Schrittmotor mit integriertem Controller
Stepping motor with integrated controller
MTRE-ST42-48S-..

FESTO

(de) Bedienungs-
anleitung

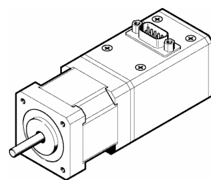
(en) Operating
instructions

(es) Instrucciones
de utilización

(fr) Notice
d'utilisation

(it) Istruzione
per l'uso

(sv) Bruksanvisning



693 430
0503b

Es bedeuten/Symbols/Símbolos/
Symboles/Simboli/Teckenförklaring:

Warnung
Warning, Caution
Atención
Avertissement
Avvertenza
Varning

Hinweis
Please note
Por favor, observar
Note
Nota
Notera

Umwelt
Antipollution
Reciclaje
Recyclage
Riciclaggio
Återvinning

Zubehör
Accessories
Accesorios
Accessoires
Accessori
Tillbehör

Einbau und Inbetriebnahme nur von qualifiziertem Fachpersonal, gemäß Bedienungsanleitung.

Fitting and commissioning to be carried out by qualified personnel only in accordance with the operating instructions.

El montaje y la puesta en funcionamiento, debe ser realizado exclusivamente por personal cualificado y siguiendo las instrucciones de utilización.

Montage et mise en service uniquement par du personnel agréé, conformément aux instructions d'utilisation.

Montaggio e messa in funzione devono essere effettuati da personale specializzato ed autorizzato in confomità alle istruzioni per l'uso.

Montering och idrifttagning får endast utföras av auktoriserad fackkunnig personal i enlighet med denna bruksanvisning.

Schrittmotor mit integriertem Controller Typ MTRE-ST42-48S-..

1 Bedienteile und Anschlüsse



1	Zentrierbund	4	D-Sub Stecker
2	Motorwelle	5	DIL-Schalter-Leiste (verdeckt liegend)
3	Befestigungsbohrungen	6	Motor mit integriertem Controller

Bild 1

2 Funktion und Anwendung

Die Schrittmotoren MTRE-ST42-48S-AA und -AB, im Weiteren MTRE-ST-... genannt (Motor Electronic Stepper), dienen zum Einsatz im Industriebereich an Spindel- und Zahnriemenachsen der Baureihe DGE-... .

Zusatzfunktionen	MTR-..-..-...- **AB**
A	keine Zusatzfunktion
G	Getriebe
B	Bremse

Bild 2

3 Transport und Lagerung

- Berücksichtigen Sie das Gewicht des MTRE-ST-... .

  Je nach Ausführung wiegt der MTRE-ST-... etwa 1/2 kg.

- Sorgen Sie für Lagerbedingungen wie folgt: Kurze Lagerzeiten und kühle, trockene, schattige, korrosionsgeschützte Lagerorte.

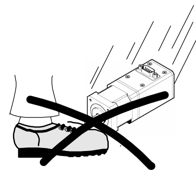
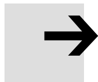


Bild 3

4 Voraussetzungen für den Produkteinsatz



Hinweis
Durch unsachgemäße Handhabung entstehen Fehlfunktionen.

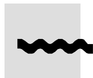
- Stellen Sie sicher, dass die Punkte dieses Kapitels stets eingehalten werden. Dies macht das Produktverhalten ordnungsgemäß und sicher.

- Vergleichen Sie die Grenzwerte in dieser Bedienungsanleitung mit Ihrem aktuellen Einsatzfall (z.B. Drücke, Kräfte, Momente, Massen, Geschwindigkeiten, Temperaturen).

  Nur die Einhaltung der Belastungsgrenzen ermöglicht es, den MTRE-ST-... gemäß der einschlägigen Sicherheitsrichtlinien zu betreiben.

- Sorgen Sie dafür, dass die Vorschriften für Ihren Einsatzort eingehalten werden z.B. von Berufsgenossenschaft oder nationalen Institutionen.

- Entfernen Sie die Verpackungen mit Ausnahme der Abdeckkappe des elektrischen Anschlusses.



  Die Verpackungen sind vorgesehen für eine Verwertung auf stofflicher Basis (Ausnahme: Ölpapier = Restmüll).

- Berücksichtigen Sie die Umweltbedingungen vor Ort.

- Verwenden Sie den MTRE-ST-... im Originalzustand ohne jegliche eigenmächtige Veränderung.

- Der MTRE-ST-... darf nur im stationären industriellen und gewerblichen Einsatz betrieben werden. Die elektromagnetische Störsicherheit der Leistungselektronik ist nicht ausgelegt zum Betrieb in mobilen Anlagen, in Haushalten oder Betrieben, die direkt an das Niederspannungsnetz angeschlossen sind.

- Der MTRE-ST-... muss in sicherer Arbeitsumgebung betrieben werden. Für den Betrieb in Anlagen sind geeignete NOT-AUS-Abschaltungen vorzusehen.

5 Systemübersicht

Allgemeines zu Schrittmotorsystemen

Beschreibung

Schrittmotoren sind eine Sonderbauform des Synchronmotors, die durch Stromimpulse aus einem dafür notwendigen Steuergerät angesteuert werden. Dabei entspricht ein Impuls immer dem gleichen Drehwinkel. Das erlaubt eine Positionierung ohne Rückmeldung.
Schrittmotoren finden auf Grund ihrer ’digitalen’ Drehbewegung Anwendung als Schaltwerk und in der Positioniertechnik. Dabei ist zu beachten, dass die Steue-

rung keinerlei Rückmeldung darüber erhält, ob der Motor seinen Schritt auch tatsächlich ausgeführt hat.

Genauigkeit und Auflösung

Der Schrittwinkel ist bauformbedingt und beträgt bei den 2-strängigen Festo Schrittmotoren 1,8° (±5 %) bei Vollschritt. Ein Einzelschritt entsteht, wenn die beiden Spulen im Wechsel voll bestromt werden. Dabei führt der Schrittmotor bei jedem Bestromungswechsel der Spulen einen Schritt von 1,8° aus.
Es ist aber auch möglich die beiden Spulen gleichzeitig mit unterschiedlichen Stromanteilen zu bestromen. Je nach Anteil des Stromes entstehen dabei Halb-, Viertel-, Fünftel-, Achtel- oder Zehntelschritt. Dadurch lässt sich die maximale Auflösung der Positionen, die ein Schrittmotor anfahren kann, wesentlich verfeinern.

Der kleinste inkrementelle Weg (Auflösung) an einer Positionierachse wird bestimmt durch den Schrittwinkel des Motors (Anzahl der Schritte pro Umdrehung) und der Vorschubkonstante der Positionierachse (bestimmt durch den Durchmesser des Antriebsritzels bzw. der Steigung der Spindel).

Dies lässt sich wie folgt berechnen:

$$Anzahl\ der\ Schritte\ pro\ Umdrehung = \frac{360°}{Schrittwinkel\ des\ Motors}$$

$$Aufl\ddot{o}ung = \frac{Vorschubkonst.\ der\ Achse \cdot Getriebe\ddot{u}ersetzung}{Schritte / Umdrehung}$$

Beispiel

Schrittwinkel des Motors:	0,9° (±5 %), bei Halbschritt
Vorschubkonstante der Positionierachse:	120 mm/Umdrehung
Getriebübersetzung:	1/4 (Untersetzung i = 4)

Beim oben genannten Beispiel ergibt sich eine Auflösung von 0,075 mm pro Schritt.

Alle Positionen, die mit dieser Motor- Getriebe- Achskombination angefahren werden können, sind durch 0,075 teilbar.
Fährt man hingegen mit Viertelschritt, so beträgt die Auflösung 0,0375 mm bei Zehntelschritt wäre sogar eine Auflösung von 0,00375 mm pro Schritt möglich.
Achsspiel, Verdrehspiel etwaiger Getriebe und die Toleranz des Schrittmotors selbst, sind hierbei noch einzurechnen. Dabei ist die Toleranz des Schrittmotors immer als Absolutwert vom Vollschritt zu berücksichtigen.

Dies ist zu beachten, wenn man sehr genaue Positionieraufträge ausführen möchte.

Grundsätzliches

Bei aller Einfachheit der Schrittmotoren sei nicht unerwähnt, dass es sich hierbei nicht um eine Regelung handelt. Die Steuerung erhält keinerlei Rückmeldung darüber, ob der Motor den Schritt auch tatsächlich ausgeführt hat.
Dadurch ist es äußerst wichtig die Dimensionierung des Motors anhand seiner Drehzahl-Drehmomentkennlinie vorzunehmen. Man stellt dabei sicher, dass die angelegte Last vom Motor auch tatsächlich mit der vorgegebenen Beschleunigung und Geschwindigkeit beweget werden kann.
Verliert der Motor einen Schritt, d.h. war die angelegte Last größer, als die Kraft, die der Motor abgeben kann, so befindet sich das zu positionierend Teil nicht mehr in gewünschter Position. Es können also Fehler auftreten, die im Gesamtsystem überwacht werden müssen, beispielsweise durch Endschalter.

Start- Stop Frequenz

Eine weitere wichtige Größe bei der Verwendung von Schrittmotoren ist die sogenannte Start-Stop Frequenz. Es ist die Frequenz bzw. die Drehzahl, mit welcher der Schrittmotor beim zu leistenden Drehmoment sicher, d.h. ohne Schrittverlust anlaufen und auch wieder anhalten kann.

Schrittverluste können beim Verzögern (Anhalten) genauso wie beim Beschleunigen auftreten!

Resonanzfrequenzen

Durch die Einprägung eines festen Stromes für das maximale Haltemoment eines Schrittmotors kann dieser zum Schwingen neigen. Da der Schrittmotor ein Synchronmotor ist, folgt er dem angelegten Feld in sehr engen Grenzen. Ist dabei keine Last angelegt, so schwingt der Rotor wegen des sehr niedrigen Trägheitsmoments über den anvisierten Schritt hinaus. Erfolgt die Erregung des nächsten Steps zu einer ungünstigen Zeit, so fällt das System in Resonanz.

Mit folgenden Möglichkeiten lassen sich solche Resonanzerscheinungen mindern:

– Man versucht in der Praxis die Start-Stop Frequenz in einen höheren Bereich (ca. 200 Hz und höher) zu legen, da Schrittmotoren in den niederen Frequenzbereichen mehrere Resonanzfrequenzen besitzen.

– Man kann dem durch erhöhen der Start-Stop Frequenz oder durch niedrigeren Strangstrom begegnen.

- Ein Umschalten von Voll- auf Halb- bzw. Viertelschrittbetrieb kann hier auch Abhilfe schaffen.
- Es ist hilfreich den Motor immer mit seiner Nennlast zu betreiben. Sollte das nicht möglich sein, so sollte der Strangstrom reduziert werden.

Strangstrom

Als Strangstrom bezeichnet man den Strom, der durch einen Wicklungsstrang fließt. Beim maximalen Strangstrom besitzt der Schrittmotor sein max. Haltemoment. Der Strangstrom sollte der Last angepasst werden. D.h. es ist nicht immer sinnvoll den maximalen Strangstrom des Motors einzustellen. Wird der Motor ohne Last oder mit niedrigerem Moment als seinem Nennmoment belastet, so kann er auch Schritte zu viel ausführen oder in Resonanz fallen (siehe oben), was einem Schrittverlust gleichzustellen ist.
Der eingestellte Strangstrom fließt zu jeder Zeit durch die jeweils aktive Spulen des Motors, auch wenn dieser steht. Das hat zum einen den Vorteil, dass der Motor ein gewisses Rastmoment besitzt, er kann im Stillstand mit seinem Haltemoment belastet werden, zum andern wird der Motor auch im Stillstand erwärmt. Wenn dieses Haltemoment im Stillstand nicht benötigt wird, ist es sinnvoll den Strangstrom im Stillstand des Motors zu reduzieren. Der Festo Schrittmotorcontroller SEC-ST-48-6-P01 bietet diese Option.

Beachtet man diese Eigenschaften der Schrittmotoren, so erhält man damit eine günstige Variante der Positionierung mit ausreichender Genauigkeit.

Vorgehensweise zur richtigen Einstellung des Schrittmotors

Ermitteln der möglichen Drehzahl bei bekannter Last

Kennt man das Drehmoment mit dem der Antrieb belastet ist, so kann man die mögliche Drehzahl aus der Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie ermitteln. (siehe Kap. Kennlinien)
Dabei sollten man beachten, dass der nutzbare Bereich der Drehzahl oberhalb des Drehzahl bei ca. 80 % des maximalen Moments liegt. Darüber ist der Drehmomentverlust des Motors so groß, dass die Gefahr steigt, Schritte zu verlieren.

Beim Vollschrittbetrieb ist verstärkt mit Resonanzerscheinungen zu rechnen. Da diese immer systemabhängig sind kann nicht immer genau bestimmt werden, wo diese auftreten. Hier ist es notwendig zu testen.
Allgemein ist es vorteilhaft mit Halbschritt zu fahren, um Resonanzen zu vermindern. Wenn ohne Last gefahren wird, so sollte der Strom reduziert werden. Ein zu

hoch eingestellter Strom kann ebenfalls Resonanzen und damit Schrittverlust hervorrufen.

Beispiel

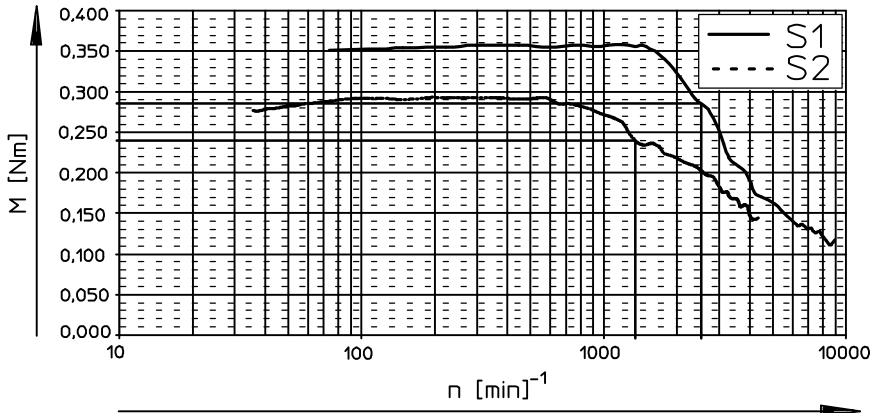


Bild 4: obere Kurve S1 - Vollschritt / untere Kurve S2 - Halbschritt M = Moment, n = Drehzahl

Aus der Kennlinie kann nun ermittelt werden, welche Maximalgeschwindigkeit bei Voll- oder Halbschritt in Abhängigkeit des angelegten Drehmoments gefahren werden kann (Am Beispiel ca. 1100 U/min bei Halbschritt).

Ermitteln der Start- Stop Frequenz

Es ist vorteilhaft, die Start- Stopp- Frequenz so hoch wie noch möglich einzustellen, da speziell im niedrigen Frequenzbereich Resonanzen auftreten können, die zu Schrittverlusten führen.
Die Start- Stop- Frequenz wird so lange erhöht, bis der Antrieb beim Losfahren Schritte verliert. Anschließend reduziert man die Start- Stop- Frequenz wieder um gut 20% um sicher zu sein, dass beim Beschleunigen keine Schritte verloren gehen. Ein Startwert von 400Hz bei kleinen Antrieben und ca. 200Hz bei großen Antrieben kann angenommen werden.

Wie können Resonanzerscheinungen unterdrückt werden ? Tips und Tricks!

- Halbschritt statt Vollschritt.
  Halbschritt ist dabei besser als Vollschritt. Der 2-Phasen Schrittmotor zeigt bei Halbschritt generell gute Laufeigenschaften.

- Phasenstrom niedriger einstellen (auf den wirklich benötigten Wert).
  Das verringert zwar die Steifigkeit, aber auch die Schwingneigung des Systems.
- Betriebsfrequenzen ungleich Resonanzfrequenzen.□Oft liegt die Betriebsfrequenz in der Nähe der Resonanzfrequenz oder einem Vielfachen davon. Geringe Abweichungen von der “kritischen” Schrittfrequenz zeigen meist gute Resultate.
- Die Beschleunigungsrampen steiler machen.
  Dadurch wird der Schrittmotor schnell durch kritische Bereiche “gezogen“ und neigt nicht so schell zum Schwingen.
- Erhöhung der Reibung (Notlösung)
  Reibung wirkt dämpfend auf das Gesamtsystem, Nutzdrehmoment geht aber dabei verloren.

Schrittmotor MTRE-ST-...

Der Schrittmotor MTRE-ST-... dient zum Antrieb von Spindel- und Zahnriemenachsen der Baureihe DGE-... .
Über digitale Eingänge können Richtung, sowie Schritt ausgeführt werden. Der Motor MTRE-ST42-48S-AB verfügt zusätzlich über eine Bremse.

Leistungsmerkmale:

- Bipolar-Chopper-Treiber
- Eingangsspannung von 24 VDC bis 48 VDC
- Phasenstrom bis 1,2 A in 8 Stufen einstellbar
- Automatische Stromabsenkung auf 30 %
- Voll-, Halb-, Viertel-, Fünftel-, Achtel-, und Zehntelschritt möglich
- Schrittfrequenz max. 40 kHz
- Schutzfunktion gegen Übertemperatur und Kurzschluss

Controllerteil

Die Kommunikation mit übergeordneten Steuerungen, z.B. speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), findet über Ein- und Ausgänge statt.
Die Eingänge sind vollständig galvanisch getrennt ausgeführt. Es besteht die Möglichkeit diese mit 5 V oder 24 V anzusteuern. (siehe Abschnitt Benutzerschnittstellen).

Leistungsendstufe

Die integrierte Leistungsendstufe ist in der Lage bis 1,2 A Strangstrom zu steuern. Der Strangstrom wird über Dipschalter eingestellt. (siehe Abschnitt Eingang Direction).

Interne Überwachung

Die Endstufe besitzt eine Übertemperaturabschaltung, sowie eine Überwachung bei Kurzschluss der Motorstränge untereinander oder gegen GND.

Benutzerschnittstellen

Eingang Direction

Über den Eingang Direction wird die Drehrichtung des Motors bestimmt.

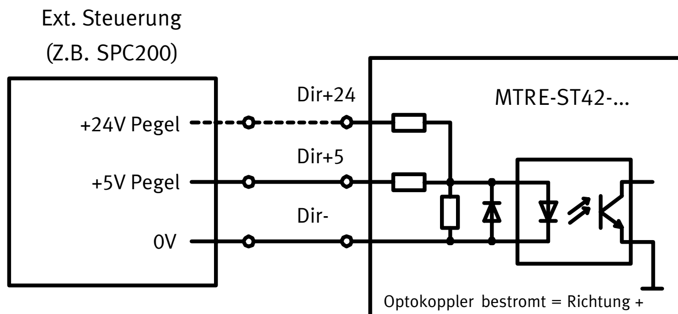


Bild 5



Warnung

Als Signalpegel können +24 V oder +5 V verwendet werden. Bitte beachten Sie die Ausgangspegel Ihrer Steuerung!

Eingang Clock

Über den Eingang Clock führt der Motor einen Schritt aus.

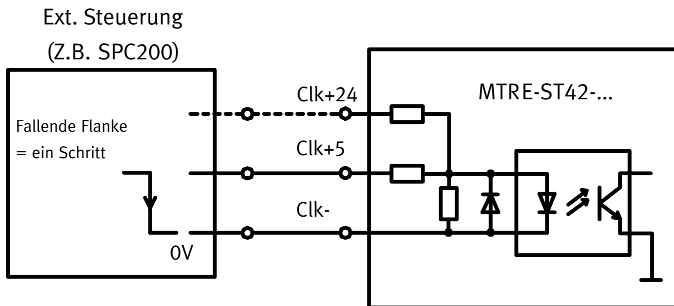


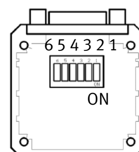
Bild 6



Warnung

Als Signalpegel können +24 V oder +5 V verwendet werden. Bitte beachten Sie die Ausgangspegel Ihrer Steuerung.

Einstellungen



Der Stepmodus

Der Stepmode kann vom Anwender mittels Dip-Schalter 1, 2 und 3 eingestellt werden. Dazu ist es notwendig, den hinteren Deckel des Motors zu öffnen. Der Motor ist bei der Auslieferung auf Vollschritt eingestellt. Erfolgt die Ansteuerung über eine SPS von Festo (SPC200), so werden nur Voll- und Halbschritt unterstützt.



Hinweis
Bei Verwendung von Halb-, Viertel-, Fünftel-, Achtel- oder Zehntelschritt ergeben sich andere Verfahrwege!

Schrittweiten:

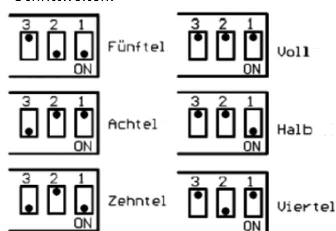


Bild 7

Die Stromeinstellung

Die Einstellung wird mit den Dip-Schaltern 4, 5 und 6 vorgenommen.



Hinweis
- Stellen Sie nur den tatsächlich benötigten Strom ein. Der Motor darf bei max. Last keinen Schritt verlieren. Ein zu hoch eingestellter Strom wirkt sich negativ auf das Laufgeräusch aus und erwärmt den Motor unnötig.

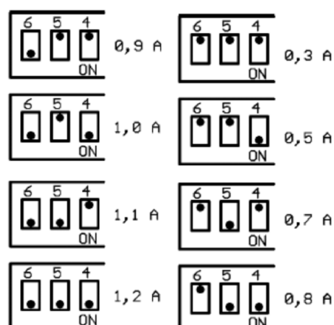


Bild 8

Die Stromreduzierung I-Red

Um die thermische Belastung des Motors im Stillstand zu reduzieren, wird der Phasenstrom nach einer Taktpause von 80 ms automatisch um 70 % abgesenkt.



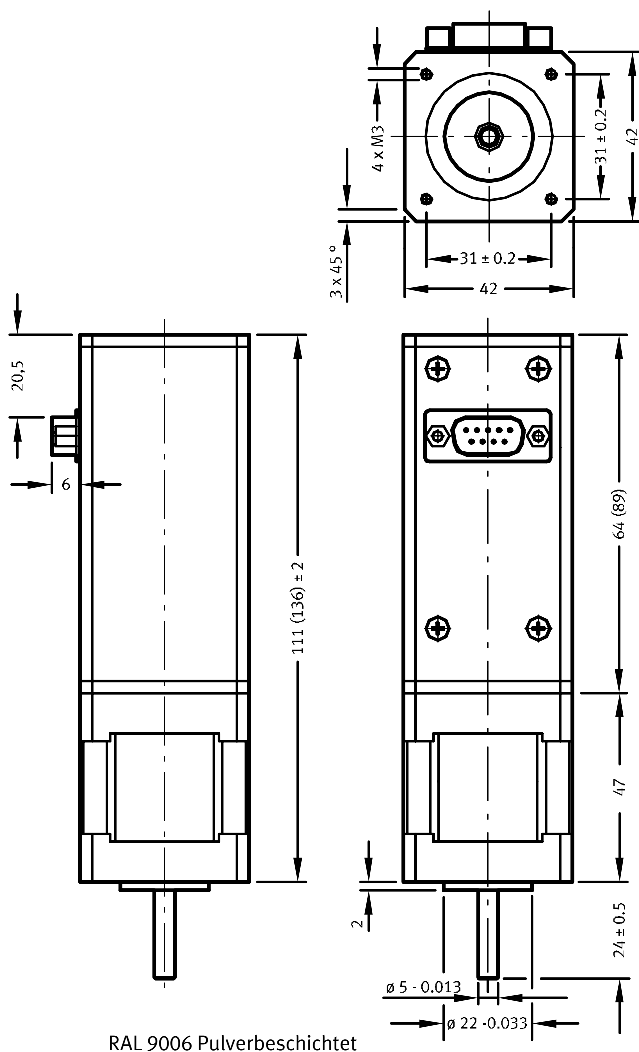
Warnung
Reduzierte Haltemomente bei reduziertem Phasenstrom verursachen unter Umständen ein Durchrutschen senkrecht eingebauter Achsen.

Beachten sie diese nicht abschaltbare Stromabsenkung bei Ihrer Applikation.

6 Montage

Abmessungen des MTRE-ST42

siehe nächste Seite



RAL 9006 Pulverbeschichtet

Bild 9: Maße in () für MTRE-...-AB (mit Bremse)

Stromversorgung des SEC-ST

Für Nennleistungen im Auslegungsbereich ist ein Netzteil 48 VDC (z.B. SVG-SEC-48-6) erforderlich. Der MTRE-ST kann auch an 24 VDC betrieben werden. Einbußen in der Dynamik sind hierbei in Kauf zu nehmen.



Warnung
An der Versorgung muss ein Ladekondensator von mindestens 2200 µF/63 V angeschlossen sein, um ein Überschreiten der zulässigen Spannung zu vermeiden.

Beachten Sie, dass ein Vertauschen der Anschlüsse zur Zerstörung des Gerätes führen kann.

7 Installation

Material/Hersteller



Vorsicht
Verwenden Sie zur Verkabelung des Systems ausschließlich die im Folgenden aufgeführten Kabel. Nur dann ist die ordnungsgemäße Funktion des Systems sichergestellt.



Vorsicht
Fehlerhaft konfektionierte Kabel können die Elektronik zerstören und unvorhergesehene Bewegungen des Läufers auslösen. Testen Sie jedes konfektionierte Kabel nach der Anleitung zur Kabelmontage. Stellen Sie sicher, dass die Kabel richtig verdrahtet sind und dass die Stecker mit Zugentlastung montiert sind.

Wir empfehlen folgende Festo-Kabel für die Verbindung mit unseren elektrischen Positioniersystemen:

Kabel	Bezeichnung
KMTRE-ST42-5	Motorkabel 5 m
KMTRE-ST42-10	Motorkabel 10 m
KMTRE-ST42-x	Motorkabel x m (bis 10 m)

Steckverbinder und deren Pinbelegungen

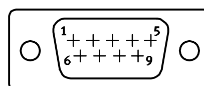
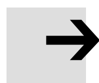


Bild 10

Pin Nr.	Funktion MTRE-ST42-48S-A A	Funktion MTRE-ST42-48S-AB
1	+24...48 VDC	+24...48 VDC
2	Dir (Richtung) +5 V	Dir (Richtung) +5 V
3	Clk (Takt) +5 V	Clk (Takt) +5 V
4	Clk (Takt) +24 V	Clk (Takt) +24 V
5	GND	GND und Bremse –
6	Dir (Richtung) –	Dir (Richtung) –
7	Dir (Richtung) +24 V	Dir (Richtung) +24 V
8	Clk (Takt) –	Clk (Takt) –
9	NC	Bremse +24 V

Verbindungskabel anschließen



Hinweis
Der Anschluss an das Stromnetz und die Montage von Netzschalter, Transformator, Sicherungseinrichtung und Netzfiltern darf nur von einer Elektro-Fachkraft ausgeführt werden.



Vorsicht

- Schließen Sie keine Kabel an die Elektronik an und trennen Sie keine Kabel ab, solange die Anlage an der Spannungsversorgung angeschlossen ist. Die Elektronik von Leistungsansteuerung und Motor kann sonst zerstört werden.
- Messen Sie vor der Installation unbedingt alle Kabel noch einmal durch, da es bei falscher Anschlussbelegung zu schwerwiegenden Funktionsstörungen kommen kann.
- Stellen Sie sicher, dass die Kabel mit einer Zugentlastung versehen sind. Bei Ausleger- und Mehrachsbetrieb müssen mechanisch beanspruchte Kabel in einer Schleppkette verlegt werden.

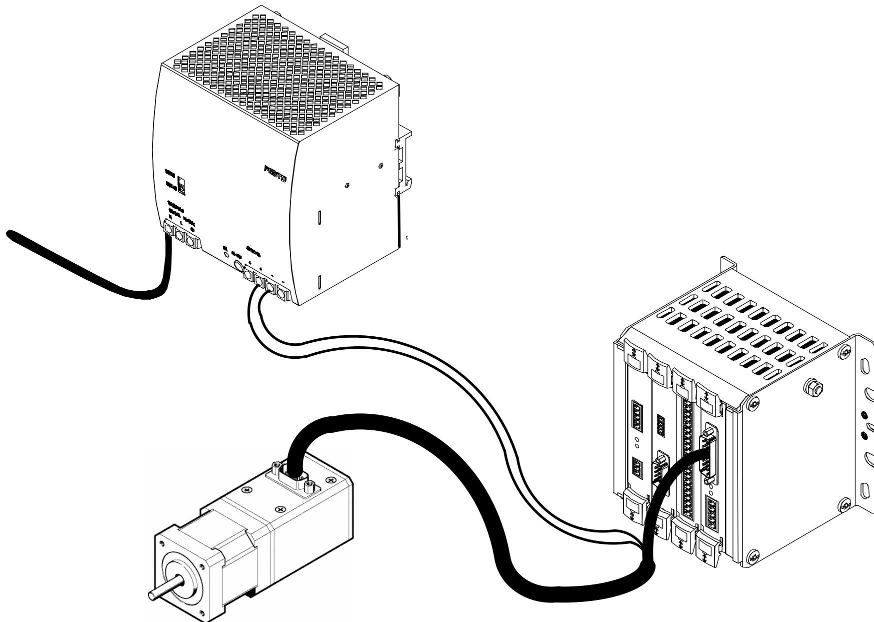


Bild 11

Anschlussübersicht SEC-ST-Gesamtsystem

Ein SEC-ST-Gesamtsystem ist in Bild 9 auf der vorigen Seite dargestellt. Für den Betrieb des SEC-ST werden folgende Komponenten benötigt:

– Netzgerät 24...48 VDC (z.B. SVG-ST-48-6)
– Motor (MTRE-ST...)
– Kabel zur Steuerung (KSPC-SECST-1,5)
– Steuerung (SPS z.B. SPC200 mit Schrittmotorkarte SPC200-SMX-1)

MTRE-ST an Stromversorgung anschließen

1. Stellen Sie sicher, dass die Stromversorgung ausgeschaltet ist.
2. Versorgungsleitungen an Versorgungsspannung anklemmen.
   (Bei Kabel KMTRE-ST42... grau GND, weiß +24 V).
3. Bei MTRE-ST42-48S-AB die Bremsleitung +24 V anschließen.
4. Steckverbinder D-Sub an Motor anstecken und Schrauben anziehen.



Vorsicht
Stellen Sie sicher, dass vor dem Betrieb des Motors die Bremse durch Anlegen von +24 VDC geöffnet ist.

MTRE-ST an Steuerung (SPC200) anschließen

1. Stellen Sie sicher, dass die Stromversorgung ausgeschaltet ist.
2. Steckverbinder D-Sub 15-polig in Schrittmotorensteuerkarte der SPC200 einstecken.
3. Masseband des Kabels an Erdungsklemme PE anschließen.

PE-Schutzleiter und Schirmanschlüsse

Anschlusshinweise

Der Schirm des Motorkabels wird an den zentralen PE-Anschlusspunkt geführt. Der netzseitige PE-Anschluss wird ebenfalls auf diesen Sternpunkt geführt. Bei größeren Längen müssen gesonderte EMV-Schutzmaßnahmen beachtet werden.



Warnung
Alle PE-Schutzleiter müssen aus Sicherheitsgründen unbedingt vor der Inbetriebnahme angeschlossen werden.

Der netzseitige PE-Anschluss wird an den zentralen PE-Anschlusspunkt des SEC-ST geführt

Achten Sie auf möglichst großflächige Erdverbindungen zwischen Geräten und Montageplatte, um die HF-Störungen gut abzuleiten.

Galvanische Trennungen

Bei der Konzeption des MTRE-ST wurde besonders Wert auf hohe Störfestigkeit gelegt. Aus diesem Grund sind einzelne Funktionsblöcke galvanisch getrennt ausgeführt. Die Signalübertragung innerhalb des MTRE-ST erfolgt über Optokoppler.

Maßnahmen zur Einhaltung von EMV-Richtlinien

Die Motoren MTRE-ST erfüllen bei geeignetem Einbau und geeigneter Verdrahtung aller Anschlussleitungen mit FESTO-Kabeln die Bestimmungen der entsprechenden Fachgrundnormen DIN EN 61000-6-4 (Störaussendung) und DIN EN 61000-6-2 (Störfestigkeit).

Die Störabstrahlung und Störfestigkeit eines Gerätes ist immer von der Gesamtkonzeption des Antriebs, der aus folgenden Komponenten besteht, abhängig:

– Spannungsversorgung
– Motor
– Elektromechanik
– Ausführung und Art der Verdrahtung
– Übergeordnete Steuerung

• Stellen Sie sicher, dass alle Einzelkomponenten die EMV-Richtlinien erfüllen.
• Verwenden Sie nur original Festo-Produkte.
  Dadurch ist gewährleistet, dass das Gesamtkonzept Ihres Antriebs die EMV-Richtlinien erfüllt.

8 Inbetriebnahme

Inbetriebnahme des MTRE-ST

- Stellen Sie den Strangstrom gemäß Abschnitt “Die Stromeinstellung” ein.
- Stellen Sie den gewünschten Schrittwinkel gemäß Abschnitt “Der Stepmodus” ein.
- Prüfen Sie, ob der eingestellte Schrittwinkel von Ihrer Positioniersteuerung berücksichtigt wird. (Siehe auch Beschreibung Schrittmotor-Indexer-Baugruppe für SPC200)

Nachdem alle Anschlüsse ausgeführt wurden, siehe Kapitel 7, kann die Stromversorgung eingeschaltet werden. Der angeschlossene Motor kann hierbei eventuell einen Schritt ausführen. Aus diesem Grund ist es empfehlenswert den Motor, von der Last abgekoppelt, einem Probelauf zu unterziehen.



Vorsicht
Stellen Sie sicher, dass vor dem Betrieb des Motors die Bremse durch Anlegen von +24 VDC geöffnet ist.



Hinweis
Alle Einstellungen, die Sie am MTRE-ST vornehmen, werden erst nach Aus- und Wiedereinschalten aktiv.

9 Diagnose und Fehlerbehebung

Störung	Ursache	Möglichkeiten
Motor führt keinen Schritt aus	Motorleitung defekt	Motorleitung prüfen
	Bremse nicht aktiviert	Bremse durch Anlegen von 24 VDC öffnen
	Versorgungsspannung liegt unter 21 VDC oder über 51 VDC	Versorgungsspannung messen
Motor verliert Schritte	Motor kann gefordertes Moment nicht abgeben	Motorkennlinie prüfen, welches Moment abgegeben werden kann
	Zu hohe Frequenz.	Frequenz verringern (Steuerung)

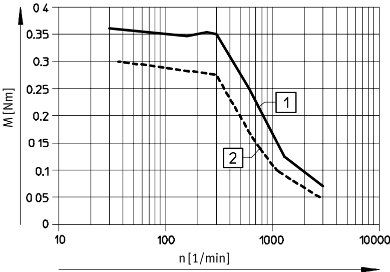
10 Technische Daten

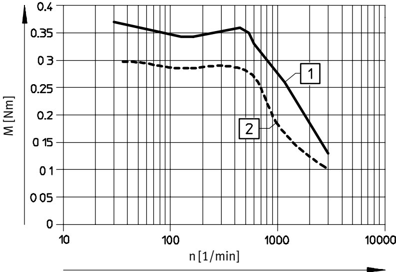
Motor-Typ	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Nennspannung	24 ... 48 V DC +5/-10 %	
Stromeinstellung	0,3 ... 1,2 A (0,2 A-Schritte)	
Haltemoment *M*	0,34 Nm	
Schrittwinkel *φ*	1,8° ±5 %	
Antriebsträgheitsmoment *J*	0,068 kg cm^2	0,07 kg cm^2
Haltemoment der Bremse *M*	–	0,4 Nm
Leistung der Bremse *P*	–	6 W
Spannung der Bremse *V*	–	24 V
Wellenbelastung radial N	18 N	18 N
Wellenbelastung axial N	7 N	7 N
Produktgewicht *m*	0,45 kg	0,55 kg

Motor-Typ	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Integrierter Controller	Ja	
Stromabsenkung	70 %	
Schritteinstellung	Voll, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10	
I/O-Signale	Takt (Clk) 5 V oder 24 V Richtung (Dir) 5 V oder 24 V	
Umgebungstemperatur	0 ... +50 °C	
Lagertemperatur	- 25 ... +60 °C	
Relative Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	45 ... 80 %	
Schutzart	IP54	
Zulassung und Normen	EMV-Richtlinien: DIN EN 61000-6-4 Störaussendung (Industrie)[1]) DIN EN 61000-6-2 Störfestigkeit (Industrie) Niederspannungsrichtlinien: DIN VDE 0113 (IEC/DIN EN 60204-1) Maschinenrichtlinien: EN 60034 Teil 1 und 5	

[1]) Die Komponente ist vorgesehen für den Einsatz im Industriebereich.

11 Kennlinien





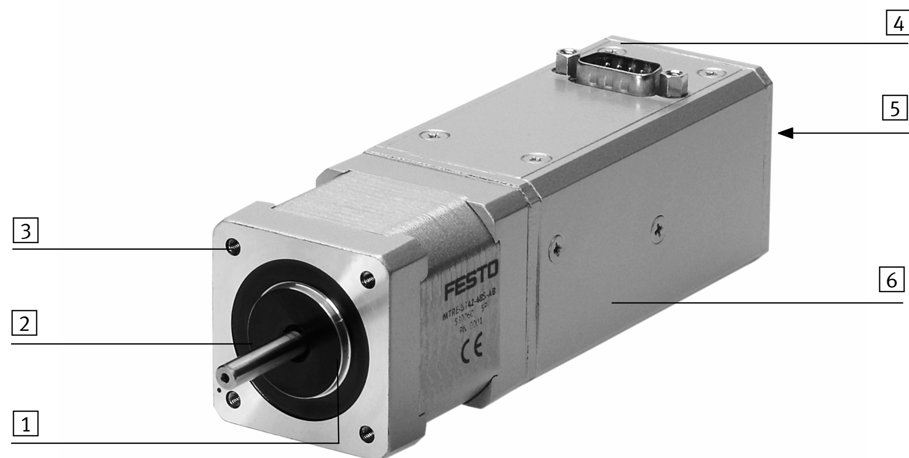
1 Vollschritt

2 Halbschritt

Bild 12: (z. B. Bild 1. Kap. Systemübersicht).

Stepping motor with integrated controller type MTRE-ST42-48S-..

1 Operating parts and connections



1 Centring collar

2 Motor shaft

3 Fastening holes

4 Sub-D plug

5 DIL switch strip (not visible)

6 Motor with integrated controller

Fig. 1

2 Method of operation and use

Stepping motors MTRE-ST42-48S-AA and -AB, referred to here as MTRE-ST-.. (motor electronic stepper) have been designed for use in industry with spindle and toothed belt axes of series DGE-... .

Additional funktion	MTR-..-..-...- **AB**
A	No additional funktion
G	Gear
B	Brake

Fig. 2

3 Transport and storage

- Take the weight of the MTRE-ST-... into consideration.

  Depending on the design, the MTRE-ST-... weighs more than 0.5 kg.

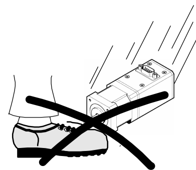
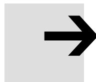


Fig. 3

- Ensure that the product is stored as follows:
  - for short periods
  - in cool locations protected from sunlight and corrosion.

4 Conditions of use



Please note
Incorrect handling can lead to malfunctioning.

- Make sure that the requirements in this chapter are always observed. The product will then function correctly and safely.

- Compare the maximum values in these operating instructions with your actual application (e.g. forces, torques, masses, speeds, temperatures).

The MTRE-ST-... can only be operated in accordance with the relevant safety guidelines if the maximum loading limits are observed.

- Please observe the regulations applicable to the place of use and comply with national and local regulations.
- Remove the packaging except for the cover caps of the electrical connection.



The packaging is intended for recycling purposes (except for oiled paper which must be disposed of).

- Take into account the prevailing ambient conditions.
- Use the MTRE-ST-... in its original state. Unauthorized product modification is not permitted.
- The MTRE-ST-... may only be operated in stationary business and industrial applications. The resistance of the power electronics to electromagnetic interference is not designed for use in mobile systems, in households or in firms which are connected directly to the low voltage network.
- The MTRE-ST-... must be operated in a protected working area. Suitable emergency stop circuitry is required if it is operated as part of a system.

5 System overview

General information on stepping motor systems

Description

Stepping motors are a special type of synchronous motor triggered through electrical pulses from a required control unit. Here, a pulse always corresponds to the same rotational angle. This permits positioning without acknowledgement.
Due to their ”digital” rotation, stepping motors are used as switch mechanisms and in positioning technology. It should be noted that the control system does not receive any kind of acknowledgement that the motor has, in fact, performed its step.

Accuracy and resolution

The step angle depends on the structural form; for the two-phase Festo stepping motors, the angle is 1.8° (+/-5%) in full step. A single step takes place when the two coils receive full alternating current. Here, the stepping motor performs a step of 1.8° each time the current to the coils alternates.
But it is also possible to supply the two coils simultaneously with different current shares. The result is a half, quarter, fifth, eighth or tenth of a step, depending on the current share. This allows considerable refinement in the maximum resolution of positions to which a stepping motor can run.

The smallest incremental path (resolution) on a positioning axis is determined by the motor's step angle (number of steps per revolution) and the feed constant of the positioning axis (determined by the diameter of the input pinion or the slope of the spindle).

This can be calculated as follows:

$$\textit{Number of steps per revolution} = \frac{360^\circ}{\textit{Motor step .angle}}$$

$$\textit{Resolution} = \frac{\textit{Feed constant of the axis} \cdot \textit{Gear multiplication}}{\textit{Steps}/\textit{Revolution}}$$

Example

Motor step angle: 0.9° (+/- 5%) at half-step
Feed constant of the positioning axis:120mm/revolution
Gear multiplication: 1/4 (gear reduction i = 4)

The above example results in a resolution of 0.075 mm per step.

All positions that this motor-gear-axis combination can run to are divisible by 0.075.
In contrast, if the motor runs in quarter step, the resolution is 0.0375 mm; in one-tenth step, even a resolution of 0.00375 mm per step would be possible. Axis play, circumferential backlash of any gears and the tolerance of the stepping motor itself have to be calculated in. The stepping motor's tolerance must always be taken into account as the absolute value of the full step.
This must be considered when very precise positioning assignments are to be executed.

Basic information

Despite the simplicity of the stepping motors, it should be mentioned that it is not a controller. The control system does not receive any kind of acknowledgement whether the motor has, in fact, performed its step.
And so it is extremely important to dimension the motor using its speed-torque characteristic curve. This ensures that the applied load can, in fact, be moved by the motor with the specified acceleration and speed.
If the motor loses a step, that is, if the applied load is greater than the force the motor can produce, the part to be positioned is no longer in the desired position. Errors that must be monitored in the overall system, such as through limit switches, can thus occur.

Start-stop frequency

Another important variable in the use of stepping motors is the so-called start-stop frequency. It is the frequency or speed at which the stepping motor can safely, that is, without loss of step, start and also stop again under the torque to be provided.

Losses of step can occur when decelerating (stopping) just as much as when accelerating!

Resonance frequencies

Impressing of a fixed current for the maximum holding torque of a stepping motor can cause the motor to tend to oscillate. Since the stepping motor is a synchronous motor, it follows the set field within very narrow limits. If no load is applied, the rotor oscillates beyond the targeted step due to the very low inertia. If excitation of the next step takes place at an unfavourable time, the system resonates.

The following possibilities exist to reduce the incidence of this resonance.

- In practice, one tries to put the start-stop frequency into a higher area (ca. 200 Hz and higher), since stepping motors in the lower frequency areas have more resonance frequencies.
- One can combat it by increasing the start-stop frequency or through lower phase current.
- Conversion from full-step to half-step or quarter-step operation can also provide help.
- It is helpful to always operate the motor with its nominal load. If that is not possible, the phase current should be reduced.

Phase current

Phase current is the current that flows through strand of a winding. At the maximum phase current, the stepping motor has its maximum holding torque. The phase current should be adjusted to the load. That is, it does not always make sense to set the motor's maximum phase current. If the motor is run without load or with a torque lower than its nominal torque, it can also carry out steps too far or begin to resonate (see above), which is equivalent to a loss of step.
The set phase current flows at all times through the active coils of the motor, even when the motor is standing still. An advantage of this is that the motor has a certain resting torque and can be loaded with its holding torque during standstill. Also, the motor is warmed even at standstill. If this holding torque is not needed in standstill, it makes sense to reduce the phase current when the motor is at standstill. The Festo stepping motor controller SEC-ST-48-6-P01 offers this option.

With these attributes of the stepping motor considered, it provides an economical positioning variant with adequate precision.

Procedure for correctly adjusting the stepping motor

Determining the possible speed with known load

If the torque of the load on the drive is known, the possible speed can be determined from the speed-torque characteristic curve. (see Chapter "Characteristic curves").
It should be noted that the usable speed range above the speed is about 80% of the maximum. Beyond that, the motor's loss of torque is so great that the danger of losing steps increases.

Increased incidence of resonance can be expected in full-step operation. Since this always depends on the system, it cannot always be precisely determined where resonance will occur. Here it is necessary to test.
In general, it is advantageous to run at half-step to reduce resonance. Current should be reduced when the motor is run without load. Current that is set too high can also cause resonance and thus a loss of step.

Example

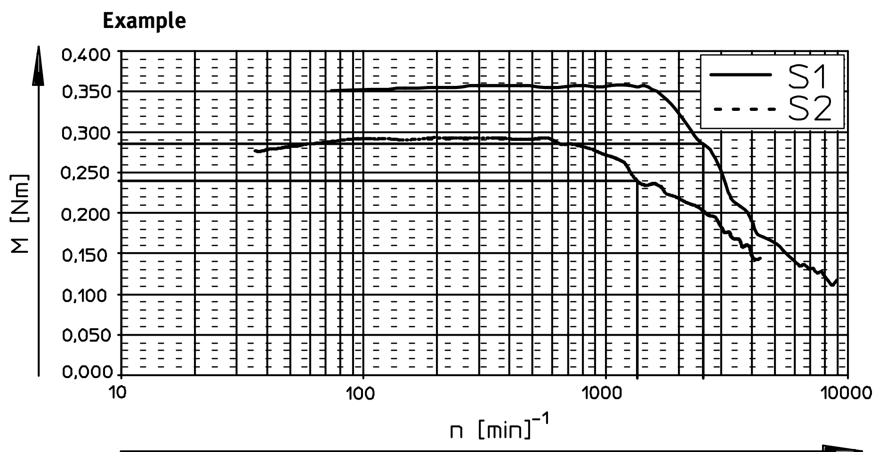


Fig. 4: upper graph S1 - full step / lower graph S2 - half step M = Torque, n = Speed

The characteristic curve shows the maximum speed that can be run at full or half step, depending on the set torque. (In the example around 1100 RPM at half step)

Determining the start-stop frequency

It is advantageous to set the start-stop frequency as high as possible since resonance leading to losses of step can occur especially in the lower frequency areas. The start-stop frequency is increased until the drive loses steps when starting. Then the start-stop frequency is reduced again by a good 20% to ensure that no steps are lost during acceleration. A starting value of 400 Hz for small drives and around 200 Hz for large drives can be assumed.

How can incidences of resonance be suppressed? Tips and tricks!

- Half step instead of full step.
  Half step here is better than full step. The two-phase stepping motor shows generally good run characteristics at half step.
- Set phase current lower (to the value actually required).
  While this reduces the system’s stiffness, it also reduces its tendency to oscillate.
- Operating frequencies not equal to resonance frequencies.
  The operating frequency is often near the resonance frequency or is a multiple

of it. Small deviations from the ”critical” step frequency usually show good results.

- Make the acceleration ramps steeper.
  The stepping motor is ”pulled” through the critical areas quickly and so does not tend so quickly to oscillate.
- Increase the friction (emergency solution)
  Friction dampens the entire system, but useful torque is lost.

Stepping motor MTRE-ST-...

Stepping motor MTRE-ST-... serves for driving spindle and toothed belt axes of series DGE-... .
By means of digital inputs, the direction of movement as well as the step can be specified. Motor MTRE-ST42-48S-AB also has a brake.

Performance characteristics:

- Bipolar chopper driver
- Input voltage 24 V DC to 48 V DC
- Phase current can be set up to 1.2 A in 8 steps
- Automatic current reduction to 30 %
- Full, half, quarter, fifth, eighth and tenth of a step possible
- Step frequency max. 40 kHz
- Protective function against excess temperature and short circuit

Controller part

Communication with higher-order controllers, e.g. programmable logic controllers (PLC) takes place via inputs and outputs.
The inputs are completely electrically isolated from each other. These inputs can be actuated with either 5 V or 24 V. (See section User interfaces).

Final output stage

The integrated final output stage can control up to 1.2 A string current. The string current can be set with dip switches. (see section Direction input).

Internal monitoring

The end stage possesses an excess temperature cut-out, as well as monitoring in the event of short circuit of the motor strings between each other or against GND.

User interfaces

Direction input

The direction of rotation of the motor is determined via the Direction input.

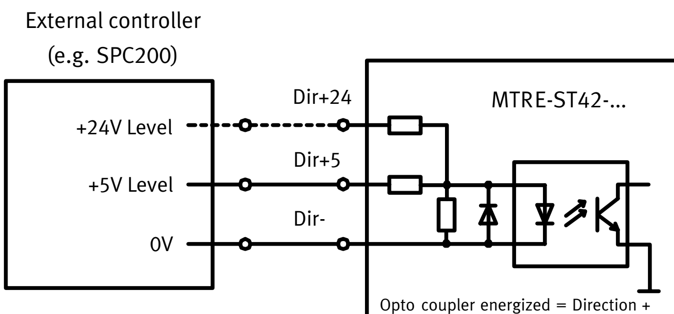


Fig. 5



Warning

+24 V or +5 V can be used as signal level.
Please note the output levels of your controller.

Clock input

The motor performs a step via the Clock input.

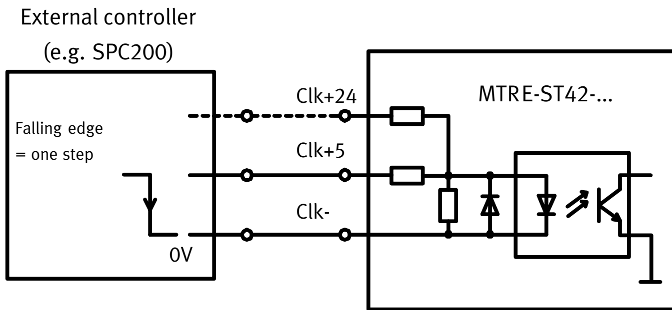


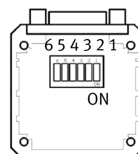
Fig. 6



WArning

+24 V or +5 V can be used as signal level.
Please note the output levels of your controller.

Settings



The step mode

The step mode can be set by the user by means of dip switches 1, 2 and 3. To do this, it is necessary to open the rear cover of the motor. The motor is set to full step when supplied from the factory. If actuation is made with a PLC from Festo (SPC200), only full step and half step will be supported.



Please note
If half, quarter, fifth, eighth or tenths of a step are used, this will result in other positioning paths.

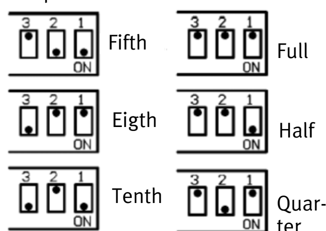


Fig. 7

The current setting

The setting is made with the dip switches 4, 5 and 6.



Please note
- Set only the current actually required. The motor must not lose a step when it is operated at maximum load. A current set too high will have a negative effect on the running noise and will heat the motor unnecessarily.

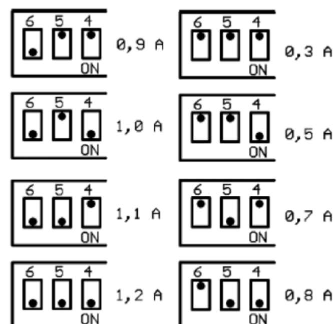


Fig. 8

The current reduction I-red

In order to reduce the thermal loading of the motor when it is stationary, the phase current is automatically reduced by 70 % after a cycle interval of 80 ms.



Warning

Reduced holding torques with reduced phase current can under circumstances cause vertically mounted axes to slide down.

Note this current reduction, which cannot be switched off, in your application.

6 Fitting

Dimensions of the MTRE-ST42

see next page

MTRE-ST42-48S-..

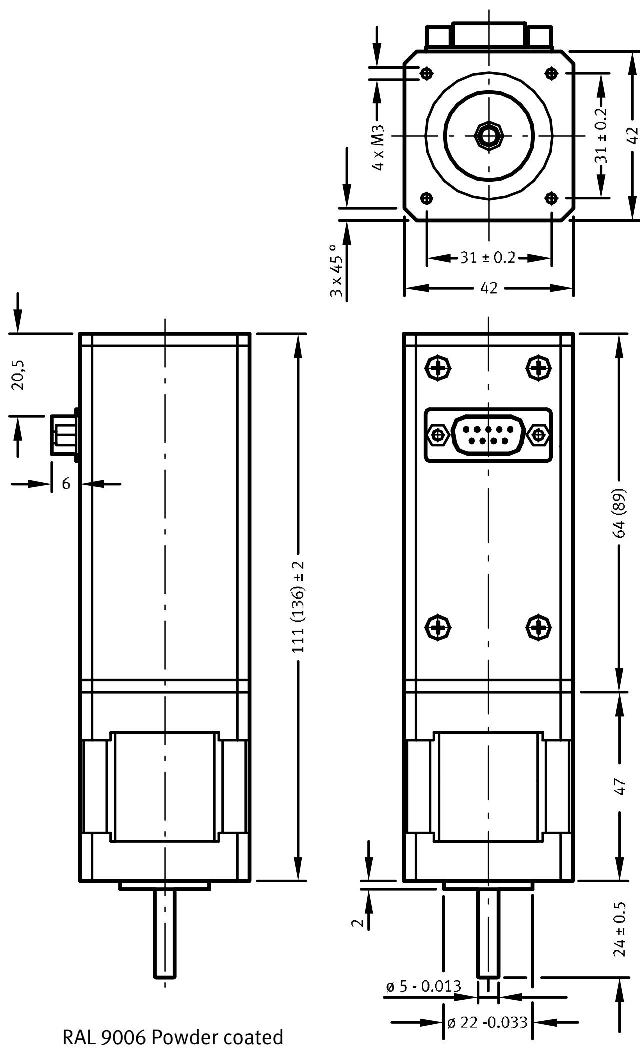


Fig. 9: Dimensions in () for MTRE-...-AB (with brake)

Current supply of the SEC-ST

For rated output in the range intended a power unit with 48 V DC (SVG-SEC-48-6) is required. The MTRE-ST can also be operated with 24 V DC. Losses in the dynamics must be taken into account here.



Warning
A charging capacitor of at least 2200 µF/63 V must be connected to the power supply, in order to prevent the maximum permitted voltage from being exceeded.

Note that incorrect polarity of the connections can cause damage to the device.

7 Installation

Material/Manufacturer



Caution

Use only the cables listed below for connecting the system. Only in this way can you guarantee the correct functioning of the system.



Caution
Incorrectly prepared cables may damage the electronics and trigger off unexpected movements of the motor.Test every cable in accordance with the instructions in the section “Connecting the cables.” Make sure that the cables are correctly connected and that the plugs are provided with strain-relief.

We recommend the following Festo cables for connection to our electric positioning systems:

Cables	Designation
KMTRE-ST42-5	Motor cable 5 m
KMTRE-ST42-10	Motor cable 10 m
KMTRE-ST42-x	Motor cable x m (up to max. 10 m)

Plug connectors and their pin assignments

Pin no.	Function MTRE-ST42-48S-A A	Function MTRE-ST42-48S-AB
1	+24 ... 48 V DC	+24 ... 48 V DC
2	Dir (Direction) +5 V	Dir (Direction) +5 V
3	Clk (pulse) +5 V	Clk (pulse) +5 V
4	Clk (pulse) +24 V	Clk (pulse) +24 V
5	GND	GND and brake –
6	Dir (direction) –	Dir (direction) –
7	Dir (direction) +24 V	Dir (direction) +24 V
8	Clk (pulse) –	Clk (pulse) –
9	NC	Brake +24 V

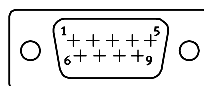


Fig. 10

Connecting the cable



Please note
Connection to the main power supply and the fitting of mains switches, transformers, fuses and mains filters may only be carried out by a qualified electronics engineer.



Caution

- Do not connect any cables to the electronics and do not disconnect any cables before the power supply to the system is switched off. The electronics of the power controller and the motor may otherwise be damaged.
- Check all cables once again before installation, as incorrect connection assignments can cause serious functional impairment.
- Make sure that the cables are provided with strain relief. In the case of beam axis and multi-axis operation, cables which are subject to mechanical stress must be laid in a drag chain.

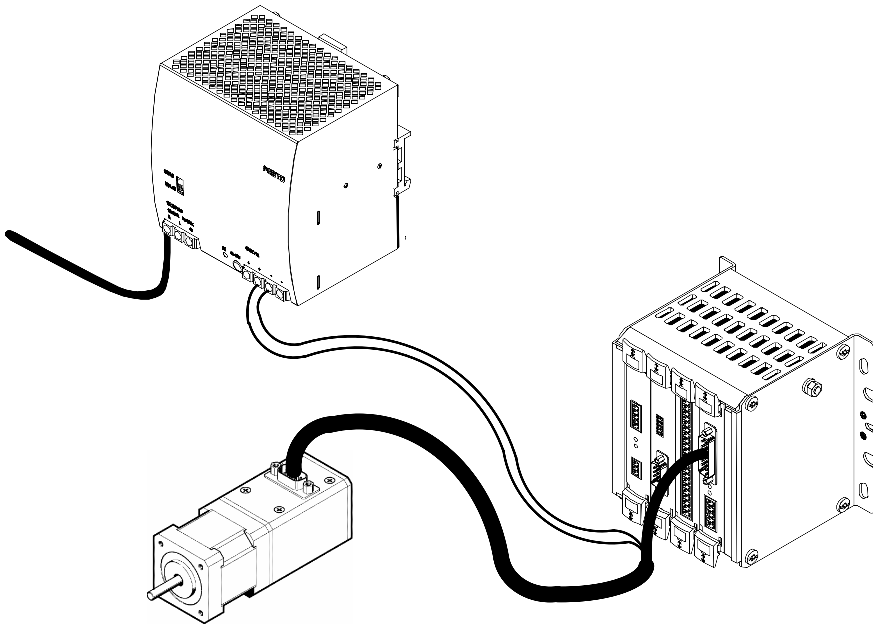


Fig. 11

Overview of connections: SEC-ST complete system

A complete SEC-ST system is shown in Fig. 9 on the previous page. The following components are required for operating the SEC-ST:

- Power unit 24...48 V DC (SVG-ST-48-6)
- Motor (MTRE-ST...)
- Cable for controller (KSPC-SECST-1,5)
- Controller (PLC e.g. SPC200 with stepper motor card SPC200-SMX-1)

Connecting the MTRE-ST to the power supply

1. Make sure that the power supply is switched off.
2. Connect the supply cables to the power supply (with cable KMTRE-ST42... grey GND, white +24 V).
3. With MTRE-ST42-48S-AB connect the +24 V brake cable.
4. Connect the sub-D plug to the motor and tighten the screws.



Caution
Before the motor is operated, make sure that the brake is opened by applying +24 V DC.

Connecting the MTRE-ST to the controller (SPC200)

1. Make sure that the power supply is switched off.
2. Insert the 15-pin sub-D plug connector into the stepping motor control card of the SPC200.
3. Connect the earthing strap of the cable to the earth terminal PE.

PE protective conductor and screening connections

Connection instructions

The screening of the motor cable is connected to the central PE connection point.
The mains PE connector is also connected at this star point.
With greater lengths, special EMC protective measures must be observed.



Warning
All PE cables must be connected before commissioning for reasons of safety.

The mains PE connection is connected to the central PE connection point of the SEC-ST.

Make sure that the earth connections between devices and the mounting plate are of sufficiently large dimensions in order to be able to discharge HF interference.

Electrical isolation

In the design of the MTRE-ST, great importance has been placed on high resistance to interference. For this reason individual function blocks are electrically isolated from each other. Signal transmission within the MTRE-ST is carried out by an opto coupler.

Measures for complying with EMC guidelines

If correctly fitted and if Festo cables are used for all the connections, motors MTRE-ST-... will comply with the regulations specified in the technical standards DIN EN 61000-6-4 (interference emission) and DIN EN 61000-6-2 (resistance to interference).

Interference emission and resistance to interference of a device always depend on the complete design of the drive, which consists of the following components:

– the power supply
– the motor
– the electromechanics
– the design and type of wiring
– higher-order controller.

- Make sure that all individual components comply with the EMC guidelines.
- Only use original parts of Festo.

  In this way you can be sure that the complete design of your drive complies with the EMC guidelines.

8 Commissioning

Commissioning the MTRE-ST

- Set the string current in accordance with section “The current setting.”
- Set the desired step angle in accordance with section “The step mode.”
- Check that the step angle set is taken into consideration by your position controller. (See also the manual for the stepper motor indexer module for the SPC200.)

When all connections have been made (see chapter 7), the power supply can be switched on. The connected motor may perform a step at this stage. For this reason we recommend that the motor be disconnected from the load in order that a test run can be carried out.



Caution

Before the motor is operated, make sure that the brake is opened by applying +24 V DC.



Please note

All the settings which you carry out on the MTRE-ST will not become effective until the power supply is switched off and then on again.

9 Diagnosis and error treatment

Fault	Cause	Possibilities
Motor does not move	Motor cable defective	Check motor cable
	Brake not activated	Open brake by applying 24 V DC
	Supply voltage is below 21 V DC or above 51 V DC	Measure supply voltage
Motor loses steps	Motor cannot give torque required	Check characteristic curve of motor, check which torque can be given
	Frequency too high	Reduce frequency (controller)

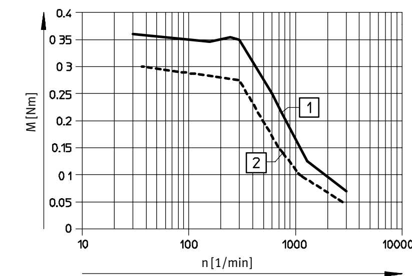
10 Technical specifications

Motor	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Rated voltage	24 ... 48 V DC +5/-10 %	
Current setting	0.3 ... 1.2 A (Steps of 0.2 A)	
Holding torque *M*	0.34 Nm	
Step angle *φ*	1.8° ±5 %	
Moment of inertia of drive *J*	0.068 kg cm^2	0.07 kg cm^2
Holding torque of brake *M*	–	0.4 Nm
Output of brake *P*	–	6 W
Voltage of brake *V*	–	24 V
Radial shaft load N	18 N	18 N
Axial schaft load N	7 N	7 N
Weight of product *m*	0.45 kg	0.55 kg

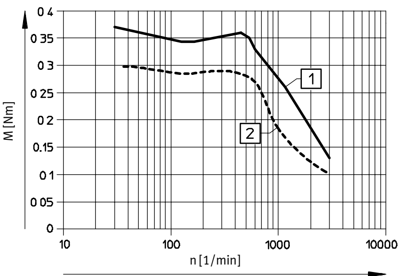
Motor	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Integrated controller	yes	
Current reduction	70 %	
Setting the step	1, 0.5, 0.25, 0.2, 0.125, 0.1	
I/O signals	Pulse (CLK) 5 V or 24 V Direction (Dir) 5 V or 24 V	
Ambient temperature	0 ... +50 °C	
Storage temperature	- 25 ... +60 °C	
Relative humidity (non condensing)	45 ... 80 %	
Protection class	IP54	
Approval and standards	EMC guidelines: DIN EN 61000-6-4 Interference emitted (industry)[1] DIN EN 61000-6-2 Resistance to interference (ind.) Low voltage guidelines: DIN VDE 0113 (IEC/DIN EN 60204-1) Machine guidelines: EN 60034 parts 1 and 5	
[1] The component is intended for industrial use.		

11 Characteristiccur ves

at nominal voltage 24 V



at nominal voltage 48 V



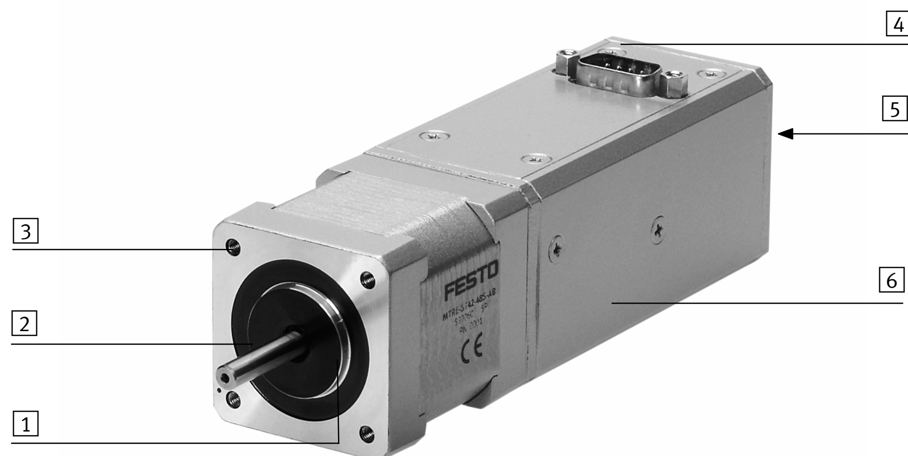
1 Full step

2 Half step

Fig. 12: (e.g. Fig. 1. Chapter System overview).

Motor paso a paso con controlador integrado tipo MTRE-ST42-48S-..

1 Elementos operativos y conexiones



1	Anillo de centraje	4	Conector Sub-D
2	Eje del motor	5	Interruptor DIL (no visible)
3	Agujeros de fijación	6	Motor con controlador integrado

Fig. 1

2 Método de funcionamiento y uso

Los motores paso a paso MTRE-ST42-48S-AA y -AB, citados aquí como MTRE-ST-.. (motores electrónicos paso a paso) han sido diseñados para su uso en la industria, con ejes de husillo o de correa dentada de la serie DGE-... .

Funciones adicionales	MTR-..-..-...- **AB**
A	Ningunas funciones adicionales
G	Reductor
B	Freno

Fig. 2

3 Transporte y almacenamiento

- Tenga en cuenta el peso del MTRE-ST-... .

  Según la versión, el MTRE-ST-... pesa más de 0,5 kg.
- Asegúrese de que el producto se almacena como sigue:
  - para períodos cortos
  - en lugares frescos, protegidos de la luz del sol y de la oxidación.

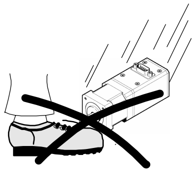


Fig. 3

4 Condiciones de utilización



Por favor, observar
Una manipulación incorrecta puede llevar a un funcionamiento defectuoso.

- Asegúrese de que se observan siempre los requerimientos expuestos en este capítulo. Con ello, el producto funcionará de forma correcta y segura.

- Compare los valores máximos especificados en estas instrucciones de funcionamiento con su aplicación actual (p.ej. presiones, fuerzas, pares, temperaturas).
  El MTRE-ST-... sólo puede hacerse funcionar según las correspondientes directrices de seguridad si se observan los límites de carga máximos.
- Por favor, observe las normas aplicables en el lugar de uso y cumpla con los estándares nacionales y locales.
- Retire el embalaje, excepto las tapas que cubren las conexiones eléctricas.



  Los embalajes están previstos para su reciclado (excepto el papel aceitado, que deberá eliminarse adecuadamente).
- Tenga en cuenta las condiciones ambientales imperantes.
- Use el MTRE-ST-... en su estado original. No se permiten modificaciones no autorizadas del producto.
- El MTRE-ST-... sólo puede hacerse funcionar en aplicaciones industriales. La resistencia electromagnética a interferencias de la electrónica de potencia no está diseñada para un funcionamiento en sistemas móviles, en entornos domésticos o en empresas que estén conectadas directamente a la red de baja tensión.
- El MTRE-ST-... debe hacerse funcionar en un entorno de trabajo seguro. Si es parte de un sistema, se requiere un circuito de paro de emergencia adecuado.

5 Resumen del sistema

Información general sobre sistemas de motores de paso a paso

Descripción

Los motores de paso a paso son un tipo especial de motores síncronos accionados por pulsos eléctricos desde una unidad de control. Aquí, un pulso siempre corresponde al mismo ángulo de giro. Esto permite realizar un posicionamiento sin necesidad de conformidad.
Debido a su forma de giro ”digital”, los motores de paso a paso se utilizan como mecanismos de conmutación y en tecnología de posicionamiento. Hay que destacar que el sistema de control no recibe ningún tipo de conformidad de que el motor haya realizado realmente el paso.

Precisión y resolución

El ángulo de paso depende del diseño; para los motores de paso a paso Festo de dos fases, el ángulo es de 1,8° (+/-5%) en paso completo. Un paso simple se realiza cuando las dos bobinas reciben plena corriente alternativamente. Aquí, el motor de paso a paso realiza un paso de 1,8° cada vez que se alterna la corriente en las bobinas.
Pero también es posible alimentar ambas bobinas simultáneamente con diferentes intensidades. Esto produce un medio, cuarto, quinto, octavo o décimo de vuelta, según la distribución de la intensidad. Esto permite un considerable refinamiento en la máxima resolución de posiciones a las que puede funcionar un motor de paso a paso.

El recorrido incremental más pequeño (resolución) en un eje de posicionado viene determinado por el ángulo de paso del motor (número de pasos por revolución) y la constante de avance del eje de posicionado (determinado por el diámetro del piñón de entrada o el paso del husillo).

Estos pueden calcularse como sigue:

$$\textit{Cantidad de pasos por vuelta} = \frac{360°}{\textit{Ángulo de paso del. motor}}$$

$$\textit{Resolutión} = \frac{\textit{Constante de avance del. eje} \cdot \textit{rRelatión de transmissión}}{\textit{Paso} \cdot \textit{Vuelta}}$$

Ejemplo

Ángulo de paso del motor	0,9° (+/- 5%) a medio paso
Constante de avance de los ejes de posicionamiento:	
	120 mm/revolución
Relación de transmisión:	1/4 (reducción i = 4)

El ejemplo superior produce una resolución de 0,075 por paso.

Todas las posiciones que esta combinación eje-motor-reductor puede alcanzar son divisibles por 0,075.
Por otro lado, si el motor funciona en cuartos de vuelta, la resolución es 0,0375 mm; con un paso de un décimo, incluso es posible alcanzar una resolución de 0,00375 mm por paso. Hay que calcular el juego del eje, la holgura de los engranajes y la tolerancia del propio motor. La tolerancia de los motores de paso a paso siempre debe tenerse en cuenta como valor absoluto de un paso completo.
Esto debe tenerse especialmente en cuenta cuando se realizan posicionados de muy alta precisión.

Información básica

A pesar de la sencillez de los motores de paso a paso, hay que destacar que no son elementos de control. El sistema de control no recibe ningún tipo de conformidad de que el motor haya realizado realmente el paso.
Por ello es extremadamente importante dimensionar el motor utilizando su curva característica par-velocidad. Esto asegura que la carga aplicada puede ser movida efectivamente por el motor con la velocidad y aceleración especificadas.
Si el motor pierde un paso, es decir, si la carga aplicada es mayor que la fuerza que puede producir el motor, la pieza a posicionar nunca alcanzará la posición deseada. Por ello, deben poder supervisarse los errores que puedan producirse por medio de finales de carrera.

Frecuencia marcha-paro

Otra variable importante en el uso de motores de paso a paso es la denominada frecuencia de marcha-paro (start-stop). Es la frecuencia o velocidad a la cual el motor puede ponerse en marcha y pararse de nuevo de forma segura, es decir, sin pérdida de paso, bajo el par indicado.

Las pérdidas de paso puede producirse tanto en la desaceleración (parada) como en la aceleración (arranque).

Frecuencias de resonancia

Aplicar una intensidad fija para obtener el par de sostenimiento máximo de un motor paso a paso, puede ocasionar que el motor tienda a oscilar. Como sea que el motor paso a paso es un motor síncrono, sigue el campo establecido dentro de unos límites muy estrechos. Si no hay aplicada carga, el rotor oscila más allá del

paso previsto debido a la baja inercia. Si la excitación del paso siguiente se realiza en un momento desfavorable, el sistema entra en resonancia.

Existen las siguientes posibilidades para reducir la incidencia de esta resonancia.

– En la práctica, se trata de situar la frecuencia de marcha-paro en la zona más alta (aprox. 200 Hz y más) ya que los motores de paso a paso tienen mayor tendencia a resonar en las zonas de frecuencias bajas.
– Puede eliminarse la resonancia aumentando la frecuencia de marcha-paro o con una intensidad de fase inferior.
– También puede ayudar la conversión de medio paso a un cuarto de paso.
– También es de gran ayuda hacer funcionar siempre el motor con su carga nominal. Si ello no es posible, deberá reducirse la intensidad de fase.

Intensidad de fase

La intensidad de fase es la corriente que fluye por los hilos de un devanado. A la intensidad de fase máxima, el motor de paso a paso tiene su par de sostenimiento máximo. La intensidad de fase debería ajustarse a la carga. Es decir, no siempre tiene sentido ajustar la máxima intensidad de fase del motor. Si el motor funciona sin carga o con un par inferior a su par nominal, también puede realizar pasos con desbordamiento o empezar a resonar (ver encima), lo que equivale a una pérdida de paso.
La intensidad de fase establecida fluye en todo momento por las bobina activas del motor, incluso cuando el motor se halla detenido. Una ventaja de esto es que el motor posee un cierto par resistente y puede ser cargado con su par de sostenimiento durante su detención. Asimismo, el motor también se calienta cuando está detenido. Si no es necesario utilizar este par de sostenimiento en detención, tiene sentido reducir la intensidad de fase cuando el motor se halla detenido. El controlador de motores paso a paso de Festo tipo SEC-ST-48-6-P01 ofrece esta opción.

Considerando estos atributos del motor paso a paso, ofrece una variante de posicionamiento económica con una precisión adecuada.

Procedimiento para un ajuste correcto de un motor paso a paso

Determinación de la velocidad posible conociendo la carga

Si se conoce el par de la carga, la velocidad posible puede determinarse a partir de la curva característica velocidad-par. (véase Capítulo Curvas características).
Hay que observar que el margen de velocidad utilizable por encima de la velocidad

es de un 80% del máximo. Más allá, la pérdida de par del motor es tan elevada que el riesgo de perder pasos aumenta.

En funcionamiento a paso completo es de esperar un aumento de la resonancia. Ya que esto siempre depende del sistema, no puede determinarse con precisión en qué punto se producirá la resonancia. Aquí será necesario ensayar.
En general, es ventajoso hacerlo funcionar en medios pasos para reducir la resonancia. La intensidad debería reducirse cuando el motor funciona sin carga. Si se ha ajustado la intensidad demasiado elevada, pueden producirse resonancias y pérdidas de paso.

Ejemplo

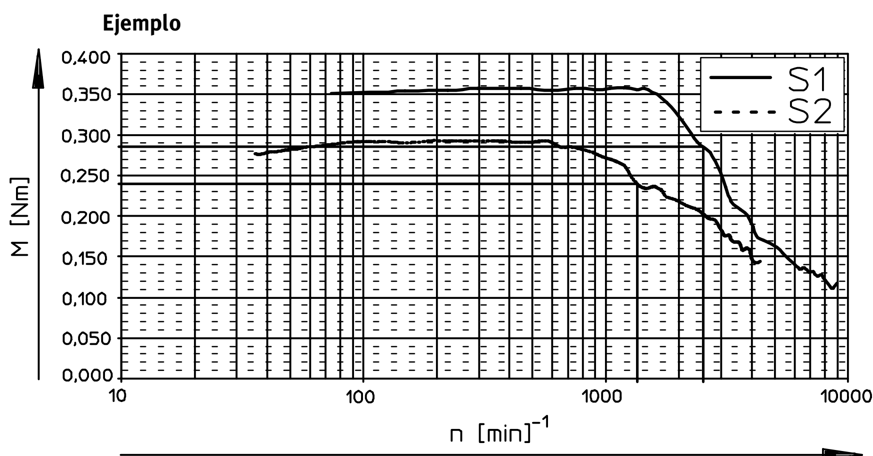


Fig. 4: Curva arriba S1 - Paso completo / Curva debajo S2 - Medio paso M = Par, n = Velocidad

La curva característica muestra la velocidad máxima que puede alcanzarse con paso completo o medio paso, dependiendo del par ajustado. (En el ejemplo, alrededor de 1100 RPM a medio paso).

Determinación de la frecuencia de marcha-paro

Es ventajoso ajustar la frecuencia de marcha-paro lo más elevada posible, ya que las resonancias que conducen a pérdidas de paso se producen especialmente en las zonas de frecuencias bajas.
La frecuencia de marcha-paro se aumenta hasta que el accionamiento pierde pasos cuando arranca. A continuación, se reduce la frecuencia de marcha-paro en más de un 20% para asegurarse de que no se pierden pasos. Puede estimarse un valor de arranque de 400 Hz para accionamientos pequeños y de unos 200 Hz para

accionamientos grandes.

¿Cómo puede evitarse que se produzcan resonancias? Trucos y consejos

- Medio paso en lugar de paso completo.
  Aquí es mejor medio paso que un paso completo. El motor de paso a paso de dos fases muestra generalmente buenas características de funcionamiento a medio paso.
- Ajustar la intensidad de fase más baja (que el valor verdaderamente requerido).
  Mientras que esto reduce la rigidez del sistema, también reduce su tendencia a oscilar.
- Frecuencias de funcionamiento diferentes de las frecuencias de resonancia.
  La frecuencia de funcionamiento a menudo está cerca de la frecuencia de resonancia o es un múltiplo de ella. Pequeñas desviaciones de la frecuencia ”crítica” de paso generalmente ofrecen buenos resultados.
- Hacer las rampas de aceleración escalonadas.
  El motor de paso a paso es ”atraído” rápidamente hacia las zonas críticas y no tiende a oscilar tan rápidamente.
- Aumentar el rozamiento (solución de emergencia)
  El rozamiento amortigua todo el sistema, pero se pierde par útil.

Motor paso a paso MTRE-ST-...

El motor paso a paso MTRE-ST-... sirve para accionar ejes con husillos o correa dentada de la serie DGE-... .
Por medio de entradas digitales, puede especificarse tanto el sentido del movimiento como el paso. El motor MTRE-ST42-48S-AB posee también un freno.

Características:

– Bipolar chopper driver
– Tensión de entrada 24 V DC a 48 V DC
– La intensidad de fase puede establecerse hasta 1,2 A en 8 pasos
– Reducción automática de intensidad al 30 %

- Es posible activar pasos enteros, medios, cuartos, quintos, octavos y décimos de paso.
- Frecuencia máxima de pasos 40 kHz
- Función protectora contra sobretemperatura y cortocircuito

Controlador

La comunicación con controladores de nivel superior, p.ej. controles lógicos programables (PLC), se realiza a través de las entradas y salidas.
Las entradas están completamente aisladas eléctricamente unas de otras. Las entradas pueden activarse con 5 V o con 24 V (ver sección Interfaces de usuario).

Etapa de salida final

La etapa de salida final integrada puede controlar una intensidad por fase de hasta 1,2 A. La intensidad de fase puede establecerse con un interruptor dip (ver la sección Entrada del sentido).

Supervisión interna

La etapa final posee un interruptor por exceso de temperatura, así como una supervisión en el caso de cortocircuito de las fases del motor entre sí, o entre fase y masa.

Interfaces de usuario

Entrada del sentido

El sentido de giro del motor lo determina la entrada Direction.

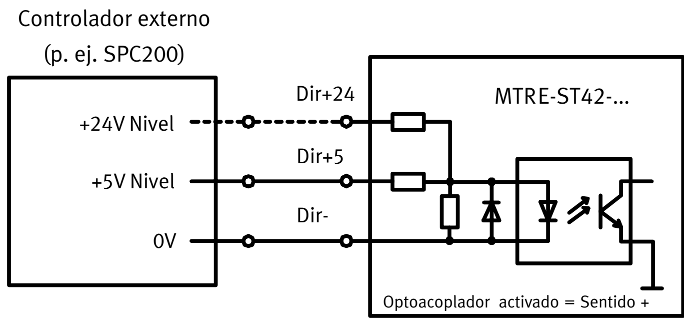


Fig. 5



Atención
Como nivel de señal pueden utilizarse +24 V o +5 V.
Tenga en cuenta los niveles de salida del control.

Entrada de reloj

El motor realiza un paso a través de la entrada Clock.

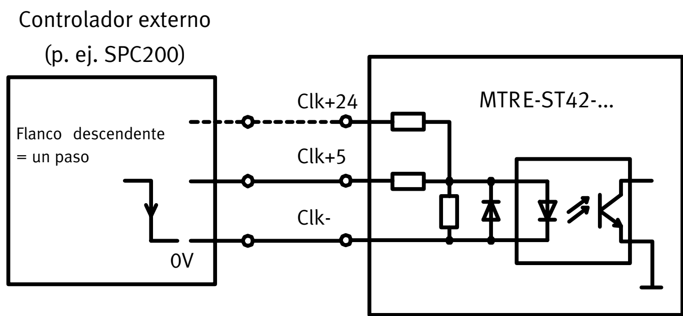


Fig. 6



Atención
Como nivel de señal pueden utilizarse +24 V o +5 V.
Tenga en cuenta los niveles de salida del control.

Ajustes

El modo step (paso)

El modo step puede establecerse por el usuario por medio de los interruptores dip 1, 2 y 3. Para ello, es necesario abrir la cubierta trasera del motor. El motor está ajustado de fábrica a paso entero (full step). Si el accionamiento se hace con un PLC de Festo (SPC200), sólo se admiten pasos enteros y medios pasos.



Por favor, observar
Si se utilizan medios, cuartos, quintos, octavos o décimos de paso, esto producirá otros recorridos de posicionado.

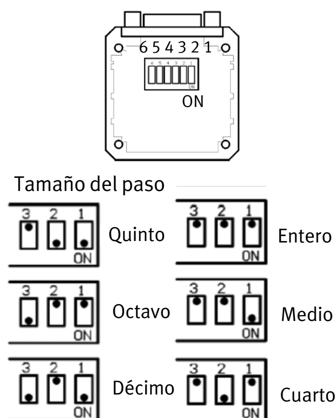


Fig. 7

Ajuste de la intensidad

El ajuste se hace con los interruptores dip 4, 5 y 6.



Por favor, observar
- Ajustar sólo la intensidad realmente requerida. El motor no debe perder pasos cuando funciona a la máxima carga. Una intensidad ajustada demasiado alta tendrá efectos negativos respecto al ruido y calentará el motor innecesariamente.

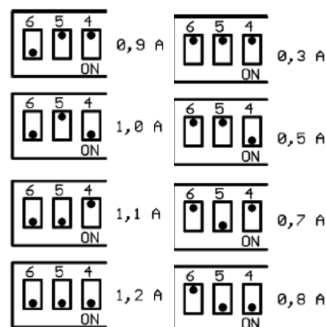


Fig. 8

La reducción de intensidad I-red

Para reducir la carga térmica del motor cuando está detenido, la intensidad de fase es automáticamente reducida en un 70 % tras un intervalo de ciclo de 80 ms.



Atención
Los pares de retención reducidos con intensidad de fase reducida, a veces pueden hacer descender las cargas en los ejes montados verticalmente.

Observe cómo afecta a su aplicación esta reducción de intensidad, que no puede inhabilitarse.

6 Montaje

Dimensiones del MTRE-ST42

ver pág. siguiente

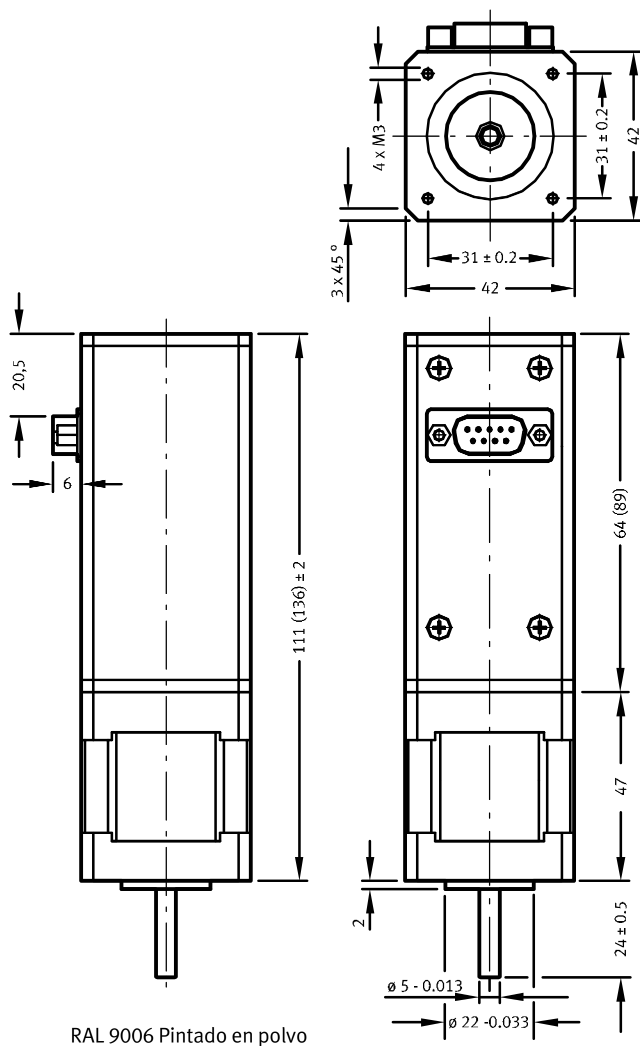


Fig. 9: Dimensiones en () para el MTRE-...-AB (con freno)

Alimentación al SEC-ST

Para la salida nominal en el margen previsto se necesita una fuente de alimentación de 48 V DC (SVG-SEC-48-6). El MTRE-ST también puede funcionar con 24 V DC. En este caso deben tenerse en cuenta las pérdidas en la dinámica.



Atención
Hay que conectar un condensador de por lo menos 2200 µF/63 V a la fuente de alimentación, para evitar que se sobrepase la máxima tensión permitida.

Observe que una polaridad incorrecta de las conexiones puede causar daños al dispositivo.

7 Instalación

Material/Fabricante



Precaución
Utilice sólo los cables indicados abajo para conectar el sistema. Sólo así es posible garantizar un correcto funcionamiento del sistema.



Precaución
Cables mal preparados pueden dañar la electrónica y activar movimientos inesperados del motor. Verificar cada cable de acuerdo con las instrucciones de la sección “Conexión del cable”. Asegúrese de que los cables estén correctamente conectados y que los conectores estén provistos de prensaestopas.

Recomendamos los siguientes cables Festo para la conexión de nuestros sistemas de posicionado eléctrico.

Cables	Designación
KMTRE-ST42-5	Cable para el motor, 5 m
KMTRE-ST42-10	Cable para el motor, 10 m
KMTRE-ST42-x	Cable para el motor x m (hasta un máx. de 10 m)

Conectores y asignación de pines

Pin nº	Función MTRE-ST42-48S-A A	Función MTRE-ST42-48S-AB
1	+24 ... 48 V DC	+24 ... 48 V DC
2	Dir (Sentido) +5 V	Dir (Sentido) +5 V

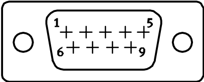


Fig. 10

Pin nº	Función MTRE-ST42-48S-A A	Función MTRE-ST42-48S-AB
3	Clk (pulso) +5 V	Clk (pulso) +5 V
4	Clk (pulso) +24 V	Clk (pulso) +24 V
5	GND	GND y freno –
6	Dir (Sentido) –	Dir (Sentido) –
7	Dir (Sentido) +24 V	Dir (Sentido) +24 V
8	Clk (pulso) –	Clk (pulso) –
9	NC	Freno +24 V

Conexión del cable



Por favor, observar
La conexión a la red de alimentación y el montaje de los interruptores generales, transformadores, fusibles y filtros, sólo debe ser realizada por personal cualificado.



Precaución

- No conectar ni desconectar ningún cable de la electrónica mientras el sistema esté bajo tensión. De lo contrario, puede dañarse la electrónica del controlador y el motor.
- Verificar de nuevo todos los cables antes de instalarlos, ya que una conexión incorrecta puede causar serios daños funcionales.
- Asegúrese de que los cables estén provistos de prensaestopas. En el caso de brazo en voladizo y multiejes, los cables sujetos a esfuerzo mecánico deben tenderse en una cadena de arrastre.

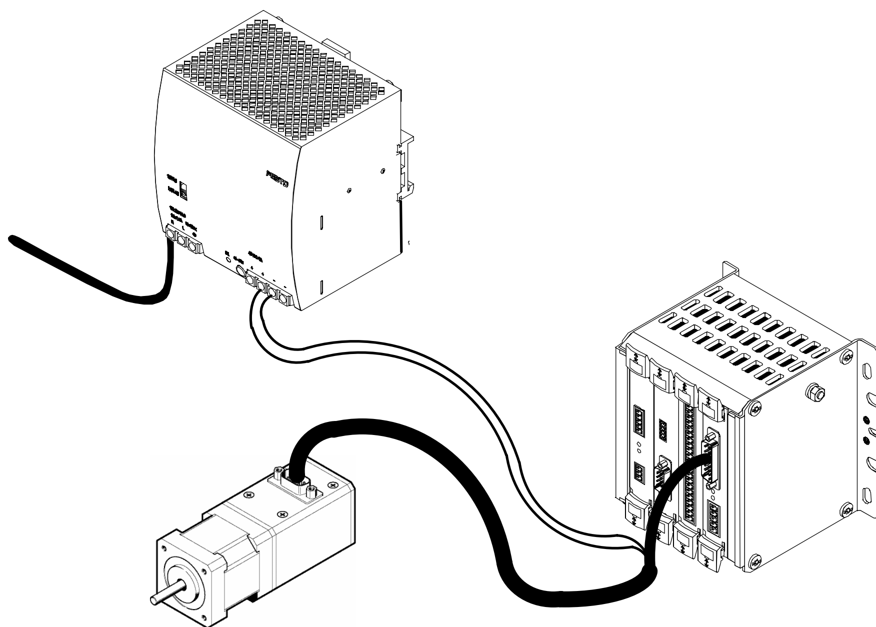


Fig. 11

Resumen de las conexiones Sistema completo SEC-ST

Un sistema completo SEC-ST se muestra en la Fig. 9 de la página anterior. Para hacer funcionar el SEC-ST se necesitan los siguientes componentes:

– Fuente de alimentación 24 ... 48 V DC (SVG-ST-48-6)
– Motor (MTRE-ST...)
– Cable para el controlador (KSPC-SECST-1,5)
– Control (PLC p.ej. SPC200 con tarjeta para motor de paso a paso SPC200-SMX-1)

Conexionado del MTRE-ST a la alimentación

1. Asegurarse de que la alimentación esté desconectada.
2. Conectar los cables de alimentación a la fuente de alimentación (con el cable KMTRE-ST42... gris GND, blanco +24 V).
3. Con el MTRE-ST42-48S-AB conectar el cable de freno + 24 V.
4. Conectar la clavija Sub-D al motor y apretar los tornillos.



Precaución
Antes de hacer funcionar el motor, asegurarse de que el freno esté abierto aplicando + 24 V DC.

Conexión del MTRE-ST al control (SPC200)

1. Asegurarse de que la alimentación esté desconectada.
2. Inserte la clavija de 15 pines Sub-D en la tarjeta de control del motor paso a paso del SPC200.
3. Conecte la banda de tierra del cable al terminal de tierra PE.

Conductor de protección PE y conexiones de apantallamiento

Instrucciones de conexión

El apantallamiento del cable del motor se conecta al punto de conexión central PE. El conector principal PE también se conecta a este punto en estrella.
Con distancias mayores, hay que observar medidas de protección EMC especiales.



Atención

Todos los cables PE deben conectarse antes de la puesta a punto por razones de seguridad.

La conexión principal PE se une al punto de conexión central PE del SEC-ST.

Asegúrese de que las conexiones de tierra entre dispositivos y la placa de montaje están suficientemente dimensionados para poder descargar las interferencias de AF.

Aislamiento eléctrico

En el diseño del MTRE-ST, se ha dado gran importancia a la elevada resistencia a interferencias. Por esta razón, los bloques de función individuales están eléctricamente aislados unos de otros. La transmisión de señales dentro del MTRE-ST se realiza por un optoacoplador.

Medidas para cumplir con las directivas EMC

Si se monta correctamente y si se utilizan cables Festo para todas las conexiones, los motores MTRE-ST-... cumplirán con las normas especificadas en los estándares técnicos DIN EN 61000-6-4 (emisión de interferencias) y DIN EN 61000-6-2 (resistencia a interferencias).

La emisión de interferencias y la resistencia a interferencias de un dispositivo, siempre depende del diseño completo del accionamiento, que consta de los siguientes componentes:

– la fuente de alimentación eléctrica
– el motor
– la electromecánica
– el diseño y tipo de cableado
– el control de nivel superior.

- Asegúrese de que todos los componentes individuales cumplen con las directivas EMC.
- Utilisar solamente productos originales de Festo.

De esta forma puede asegurarse que todo el diseño del accionamiento cumple con las directivas EMC.

8 Puesta a punto

Puesta a punto del MTRE-ST

- Establecer la intensidad de fase de acuerdo con la sección “Ajuste de la intensidad”.
- Establecer el ángulo de paso deseado, según la sección “El modo de paso”.
- Verificar que el ángulo de paso se tiene en cuenta por el controlador de posición. (Véase también el manual del módulo indexador del motor de paso a paso para el SPC200.)

Una vez realizadas todas las conexiones (ver capítulo 7), puede aplicarse la tensión de alimentación. En esta etapa el motor conectado puede realizar un paso. Por esta razón, recomendamos que el motor esté desconectado de la carga para poder realizar un funcionamiento de prueba.



Precaución
Antes de hacer funcionar el motor, asegurarse de que el freno esté abierto aplicando + 24 V DC.



Por favor, observar
Todos los ajustes que se realicen en el MTRE-ST no se harán efectivos hasta que se desconecte la alimentación y se aplique de nuevo.

9 Diagnosis y tratamiento de errores

Fallo	Causa	Posibilidades
El motor no se mueve	Cable del motor defectuoso	Verificar el cable del motor
	Freno no activado	Abrir el freno aplicando 24 V DC
	Tensión de alimentación por debajo de 21 V DC o por encima de 51 V DC.	Medir la tensión de alimentación
El motor pierde pasos	El motor no puede dar el par requerido	Verificar la curva característica del motor, verificar qué par puede dar
	Frecuencia demasiado elevada	Reducir la frecuencia (controlador)

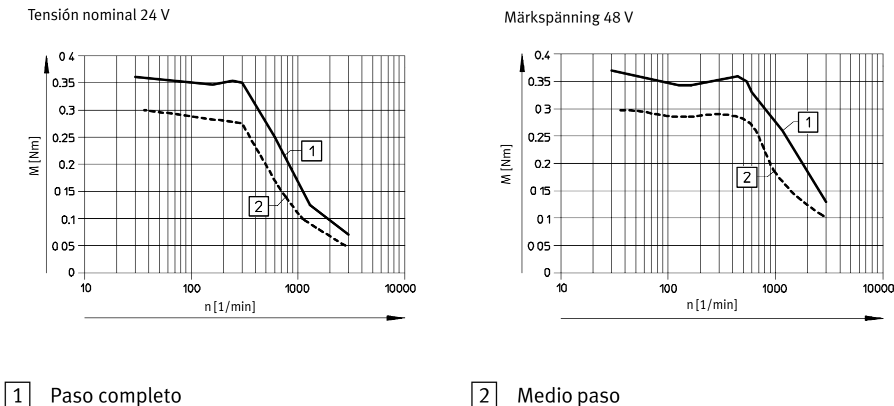
10 Especificaciones técnicas

Motor	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Tensión nominal	24 ... 48 V DC +5/-10 %	
Ajuste de intensidad	0,3 ... 1,2 A (Pasos de 0,2 A)	
Par de retención *M*	0,34 Nm	
Ángulo de paso φ	1,8° ±5 %	
Momento de inercia del accionamiento *J*	0,068 kg cm^2	0,07 kg cm^2
Par de retención del freno *M*	–	0,4 Nm
Salida del freno *P*	–	6 W
Tensión del freno *V*	–	24 V
Wellenbelastung radial N	18 N	18 N
Wellenbelastung axial N	7 N	7 N

Motor	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Peso del producto *m*	0,45 kg	0,55 kg
Controlador integrado	Sí	
Reducción de intensidad	70 %	
Ajuste del paso	1, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10	
Señales I/O	Pulso (CLK) 5 V o 24 V Sentido (Dir) 5V o 24 V	
Temperatura ambiente	0 ... +50 °C	
Temperatura de almacenamiento	- 25 ... +60 °C	
Humedad relativa (sin condensar)	45 ... 80 %	
Clase de protección	IP54	
Aprobaciones y estándares	Directivas EMC DIN EN 61000-6-4 Interferencias emitidas (industria)[1]) DIN EN 61000-6-2 Resistencia a interferencias (industria) Directivas de baja tensión: DIN VDE 0113 (IEC/DIN EN 60204-1) Directivas de máquinas: EN 60034 partes 1 y 5	

1) El terminal de válvulas está previsto para uso industrial.

11 Curvas características



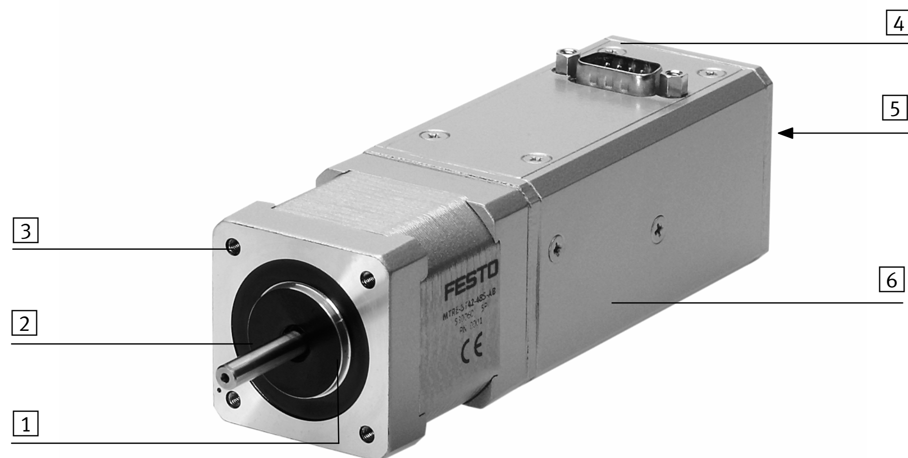
1 Paso completo

2 Medio paso

Fig. 12: (por ejemplo: Fig. 1. capítulo Resumen del sistema).

Moteur pas à pas avec contrôleur intégré
Type MTRE-ST42-48S-..

1 Organes de commande et de raccordement



1	Centrage	4	Connecteur Sub-D
2	Arbre moteur	5	Interrupteur DIL (noyé dans le boîtier)
3	Trous de fixation	6	Moteur avec contrôleur intégré

Fig. 1

2 Fonctionnement et application

Les moteurs pas à pas MTRE-ST42-48S-AA et -AB, ci-après appelés MTRE-ST-... (Motor Electronic Stepper), sont destinés à être utilisés dans le domaine industriel sur les axes de vis ou de courroies crantées de la série DGE-... .

Fonctions supplémentaires	MTR-..-..-...- **AB**
A	Aucune Fonctions supplémentaires
G	Réducteur
B	Frein

Fig. 2

3 Transport et stockage

- Attention, le MTRE-ST-... peut peser environ 1/2 kg selon le modèle.
- Respecter les conditions de stockage suivantes :
  des temps de stockage courts et des emplacements de stockage frais, secs, ombragés et protégés de la corrosion.

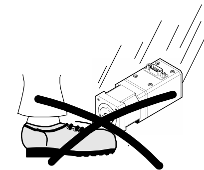


Fig. 3

4 Conditions de mise en œuvre du produit

Note
Une utilisation incorrecte peut causer des dysfonctionnements.

- Veiller au respect permanent des instructions énoncées dans ce chapitre.
  Le respect des instructions garantit un fonctionnement correct et en toute sécurité du produit.

- Comparer au cas réel les valeurs limites indiquées dans cette notice d'utilisation (p. ex. pressions, forces, couples, masses, vitesses, températures).

  Seul le respect des limites de charge permet un fonctionnement du MTRE-ST-... conforme aux directives de sécurité en vigueur.

- S'assurer du respect des prescriptions en vigueur sur le lieu d'utilisation issues notamment des organismes professionnels et des réglementations nationales.

- Enlever les emballages, à l'exception du capuchon d'obturation du connecteur électrique.



  Les emballages sont conçus pour que leurs matériaux puissent être recyclés (Exception : papier huileux = déchet résiduel).

- Tenir compte des conditions ambiantes sur place.

- Utiliser le MTRE-ST-... dans son état d'origine sans apporter de modifications.

- Le MTRE-ST-... doit être utilisé exclusivement sur des installations industrielles fixes et professionnelles. L'immunité électromagnétique de l'électronique de puissance n'est pas prévue pour fonctionner dans des installations mobiles, dans les maisons ou établissements directement raccordés au réseau à basse tension.

- Le MTRE-ST-... doit être utilisé dans un environnement de travail sûr. Pour l'utilisation dans des installations, prévoir des dispositifs d'ARRET d'URGENCE appropriés.

5 Présentation du système

Généralités sur les systèmes de moteurs pas à pas

Description

Les moteurs pas à pas sont un type particulier de moteur synchrone commandés par des impulsions électriques générées par un système de commande. Une impulsion correspond toujours au même angle de rotation. Cela permet un positionnement sans boucle de retour
En raison de leur rotation ” numérique ”, les moteurs pas à pas sont utilisés dans les mécanismes d'avance et dans les systèmes de positionnement. Par contre, il

faut savoir que la commande ne reçoit aucune réponse lui permettant de savoir si le moteur a effectivement avancé d'un pas.

Précision et résolution

L'angle de pas est fixé par construction et fait 1,8° (+/-5%) pour un plein pas sur les moteurs pas à pas à 2 phases de Festo. Un pas simple est effectué lorsque les deux bobines sont alimentées alternativement avec l'intensité maximale. Le moteur pas à pas effectue un pas de 1,8° à chaque changement d'alimentation des bobines.
Cependant, il est également possible d'alimenter simultanément les deux bobines avec des intensités de courant différentes. Selon l'intensité du courant, le moteur avance d'un demi-pas, d'un quart de pas, d'un cinquième de pas, d'un huitième ou d'un dixième de pas. Ici, la résolution maximale des positions que peut adopter un moteur pas à pas peut être largement augmentée.

Le plus petit déplacement incrémental (résolution) sur un axe de positionnement est défini par l'angle de pas du moteur (nombre de pas par tour) et la constante d'avance de l'axe de positionnement (défini par le diamètre du pignon d'entraînement ou du pas de la vis).

Cela se calcule de la manière suivante:

$$\text{Nombre de pas par tour} = \frac{360°}{\text{Angle. de pas du moteur}}$$

$$\text{Résolution} = \frac{\text{Const. d'avence du l'axe} \times \text{Rapport de réduction}}{\text{Pas/Tour}}$$

Exemple

Angle de pas du moteur :	0,9° (+/- 5%) par demi-pas
Constante d'avance de l'axe de positionnement :	120 mm/tour
Rapport de réduction :	1/4 (i = 4)

Dans l'exemple donné ci-dessus, la résolution est de 0,075 mm par pas.

Toutes les positions pouvant être atteintes avec cette combinaison moteur/réducteur/axe sont divisibles par 0,075.
Par contre, si le moteur avance par quart de pas, la résolution est de 0,0375 mm, dans le cas d'un dixième de pas, une résolution de 0,00375 mm par pas serait même possible. Le jeu de l'axe, le jeu angulaire d'une éventuelle transmission et la tolérance du moteur pas à pas lui-même doivent être pris en compte. Attention, la

tolérance du moteur pas à pas doit toujours être prise en compte en tant que valeur absolue du plein pas.
Ce facteur doit être pris en compte si l'on veut effectuer des positionnements extrêmement précis.

L'essentiel

Malgrè la simplicité des moteurs pas à pas, il ne faut pas oublier qu'il ne s'agit pas d'une régulation à boucle fermée. La commande ne reçoit pas de réponse lui permettant de savoir si le moteur a effectivement avancé d'un pas.
Il est donc essentiel de procéder au dimensionnement du moteur à l'aide de sa caractéristique couple-vitesse. Il faut s'assurer que la charge appliquée au moteur peut se déplacer effectivement avec l'accélération et la vitesse prédéfinies.
Si le moteur perd un pas, c-à-d si la charge définie était plus importante que la puissance que peut fournir le moteur, la partie devant être positionnée ne se trouve plus en position voulue. Des erreurs peuvent ainsi se produire ; il faut les surveiller dans l'ensemble du système en utilisant, par exemple, un interrupteur de fin de course.

Fréquence marche-arrêt

Un autre facteur important pour l'utilisation des moteurs pas à pas est la " fréquence marche-arrêt ". Il s'agit de la fréquence ou de la vitesse auxquelles le moteur pas à pas peut démarrer et s'arrêter en toute sûreté pour atteindre le couple à fournir, c-à-d démarrer et s'arrêter de nouveau sans perte de pas.

Les pertes de pas peuvent se produire aussi bien pendant la décélération (arrêt) que pendant l'accélération !

Fréquences de résonance

En appliquant un courant fixe pour le couple de maintien maximal d'un moteur pas à pas, celui-ci peut avoir tendance à osciller. Comme le moteur pas à pas est un moteur synchrone, il suit le champ défini dans des limites très étroites. Si aucune charge n'est appliquée, le rotor oscille en raison du très faible moment d'inertie au-delà du pas prévu. Si l'excitation suivante se produit à un moment défavorable, le système entre en résonance.

Les apparitions de résonances peuvent être réduites en appliquant les mesures suivantes :

- Dans la pratique, on essaie de régler la fréquence marche-arrêt sur une plage plus élevée (env. 200 Hz et plus) car les moteurs pas à pas présentent plusieurs fréquences de résonance dans les plages de fréquence faibles.
- On peut pallier à cela en augmentant la fréquence marche/arrêt ou en réduisant le courant de phase.
- Passer du mode plein pas au mode demi-pas ou quart de pas peut également être utile.
- Il est judicieux de toujours faire tourner le moteur à sa charge nominale. Si cela n'est pas possible, il faudrait réduire le courant de phase.

Courant de phase

Le courant de phase est le courant qui circule dans un enroulement. Lorsque le courant de phase est au maximum, le moteur pas à pas atteint son couple de maintien maximal. Le courant de phase devrait être adapté à la charge. Cela signifie qu'il n'est pas toujours judicieux de régler le courant de phase du moteur au maximum. Si aucune charge n'est appliquée au moteur ou un couple plus faible que son couple nominal, il peut avancer de quelques pas de trop ou entrer en résonance (voir plus haut), ce qui a le même effet qu'une perte de pas.
Le courant de phase réglé circule à tout moment dans les enroulements actifs du moteur, même lorsque ce dernier est à l'arrêt. Cela présente deux avantages : d'une part, le moteur présente un certain couple de maintien, il peut donc être chargé à l'arrêt avec ce couple et d'autre part, il se réchauffe également à l'arrêt. Si ce couple de maintien n'est pas nécessaire pendant l'arrêt, il est judicieux de réduire le courant de phase à l'arrêt du moteur. Le contrôleur de moteur pas à pas Festo SEC-ST-48-6-P01 possède cette option.

Si l'on tient compte des caractéristiques des moteurs pas à pas, on obtient une bonne variante du positionnement avec une précision satisfaisante.

Procédure pour régler correctement le moteur pas à pas

Détermination de la vitesse possible pour une charge connue

Si l'on connaît le couple appliqué à la transmission, il est possible de déterminer la vitesse possible à partir de la courbe caractéristique couple-vitesse. (voir chapitre Courbes caractéristiques).
Il faut tenir compte du fait que la plage utile de la vitesse dépasse la vitesse d'env. 80 % du couple maximal. En outre, la perte de couple du moteur est si importante qu'il y a un risque de perte de pas.

Il faut s'attendre à l'apparition de résonances en mode plein pas. Comme ces résonances dépendent toujours du système, on ne peut pas toujours dire où celles-ci vont apparaître. Il est donc nécessaire de procéder à des essais.
En général, le mode demi-pas est utile pour réduire les résonances. Si le moteur tourne sans charge, le courant doit être réduit. Un courant trop important peut également provoquer des résonances et donc une perte de pas.

Exemple

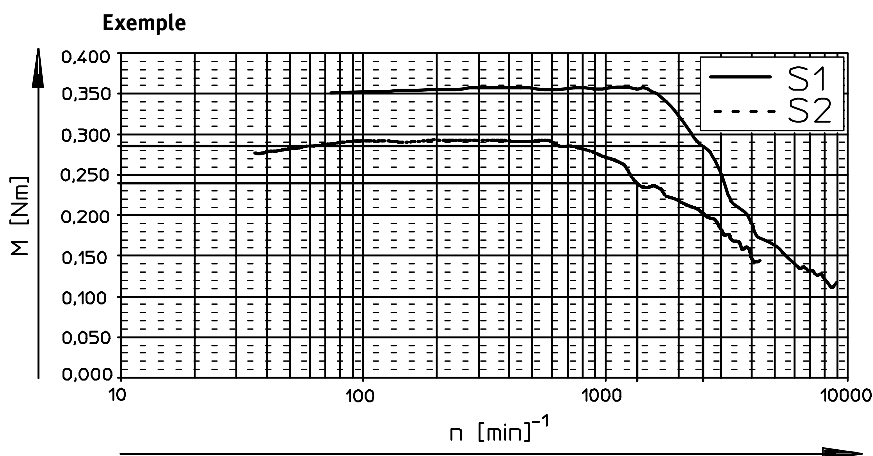


Fig. 4: Courbe en haut S1 - mode plein / Courbe en bas S2 - mode demi-past M = Couple, n = Vitesse

Il est à présent possible de déterminer la vitesse maximale en mode plein pas ou demi-pas en fonction du couple défini à partir de la courbe caractéristique. (Sur l'exemple, env. 1100 tours/min en mode demi-pas).

Détermination de la fréquence marche/arrêt

Il est intéressant de régler la fréquence marche-arrêt aussi haut que possible car des résonances peuvent apparaître dans les faibles plages de fréquences et entraîner des pertes de pas.
On augmente la fréquence marche-arrêt jusqu'à ce que la transmission perde des pas au démarrage. Ensuite, on réduit à nouveau la fréquence marche-arrêt de 20 % pour s'assurer qu'il n'y aura pas de perte de pas pendant l'accélération. On peut choisir une valeur de démarrage de 400 Hz pour de petites transmissions et d'env. 200 Hz pour de grandes transmissions.

Comment éviter l'apparition de résonances ? Conseils et astuces !

- Adopter le mode demi-pas au lieu du mode plein pas
  Le mode demi-pas est plus adapté que le mode plein pas Le moteur pas à pas à 2 phases fonctionne généralement bien en mode demi-pas.
- Réduire le courant de phase (le régler sur la valeur réellement nécessaire). Cela permet de réduire la rigidité mais également la tendance du système à vibrer.
- Choisir des fréquences de service différentes des fréquences de résonance. La fréquence de service est souvent proche de la fréquence de résonance ou d'un multiple de celle-ci. De petites différences par rapport à la fréquence de pas " critique " donnent souvent de bons résultats.
- Rendre plus raides les rampes d'accélération.
  Ainsi, le moteur pas à pas " passe " rapidement à travers les zones critiques et n'a pas autant tendance à osciller.
- Augmentation du frottement (palliatif)
  Le frottement a un effet amortisseur sur l'ensemble du système ; cependant, le couple utile diminue.

Moteur pas à pas MTRE-ST-...

Le moteur pas à pas MTRE-ST-... sert à entraîner des axes de vis et de courroies crantées de la série DGE-... .
Des entrées TOR permettent de commander le sens de rotation et le pas. Le moteur MTRE-ST42-48S-AB dispose aussi d'un frein.

Performances :

- Etage de sortie bipolaire à découpage
- Tension d'entrée de 24 VCC à 48 VCC
- Courant de phase réglable jusqu'à 1,2 A en 8 niveaux
- Réduction de courant automatique à 30 %
- Pas complet, demi-pas, quart de pas, cinquième, huitième et dixième de pas possibles
- Fréquence de pas 40 kHz max.
- Fonction de protection contre la surtempérature et les courts-circuits

Partie contrôleur

La communication entre des commandes de niveau supérieur, p. ex. des automates programmables (API), s'effectue via des entrées et des sorties.
Les entrées sont complètement isolées électriquement. Il est possible de les commander en 5 V ou 24 V. (voir paragraphe Interfaces utilisateur).

Etage de sortie de puissance

L'étage de sortie de puissance intégré peut commander des courants de phase jusqu'à 1,2 A. Le réglage du courant de phase s'effectue via des interrupteurs DIP (voir paragraphe Entrée Direction).

Surveillance interne

L'étage de sortie dispose d'un arrêt de surtempérature ainsi que d'une surveillance des courts-circuits entre les branches du moteur ou par rapport à la terre.

Interfaces utilisateur

Entrée Direction

L'entrée Direction permet de définir le sens de rotation du moteur.

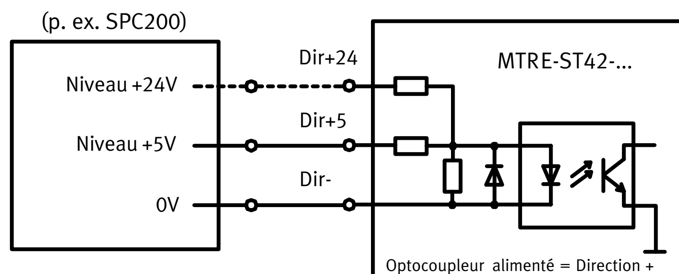


Fig. 5



Avertissement
Comme niveau de signal, il est possible d'utiliser +24 V ou +5 V. Respecter la tension de sortie de votre commande !

Entrée Clock

L'entrée Clock permet au moteur d'exécuter un pas.

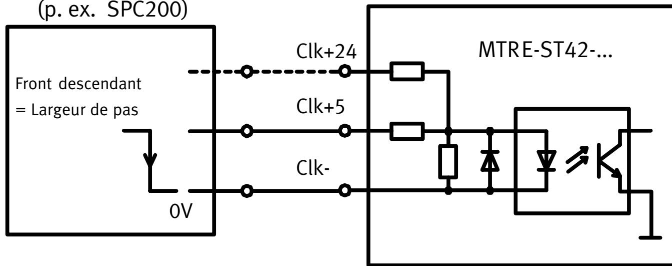


Fig. 6



Avertissement
Comme niveau de signal, il est possible d'utiliser +24 V ou +5 V. Respecter la tension de sortie de votre commande.

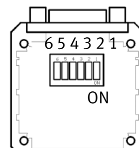
Réglages

Mode Step

Le mode Step peut être réglé par l'utilisateur à l'aide des interrupteurs Dip 1, 2 et 3. Il est pour cela nécessaire d'ouvrir le capot arrière du moteur. A la livraison, le moteur est réglé sur pas complet. Si la commande est réalisée par un API Festo (SPC200), seuls les pas complets et demi-pas sont supportés.



Note
L'utilisation des demis, quarts, cinquièmes, huitièmes ou dixièmes de pas a comme résultat des déplacements différents !



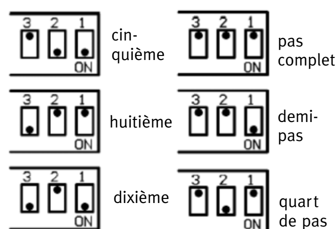


Fig. 7

Réglage du courant

Le réglage s'effectue via les interrupteurs Dip 4, 5 et 6.



Note
- Régler uniquement le courant effectivement nécessaire. Le moteur ne doit perdre aucun pas en cas de charge max. Un courant trop élevé a un effet négatif sur le bruit de fonctionnement et échauffe inutilement le moteur.

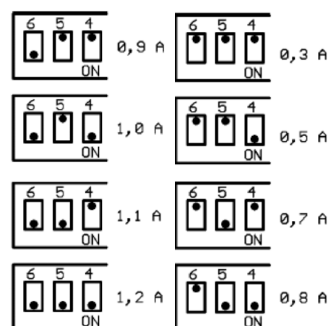


Fig. 8

Réduction du courant I-Red

Pour réduire la charge thermique du moteur à l'arrêt, le courant de phase est abaissé automatiquement de 70 % après une pause de 80 ms.



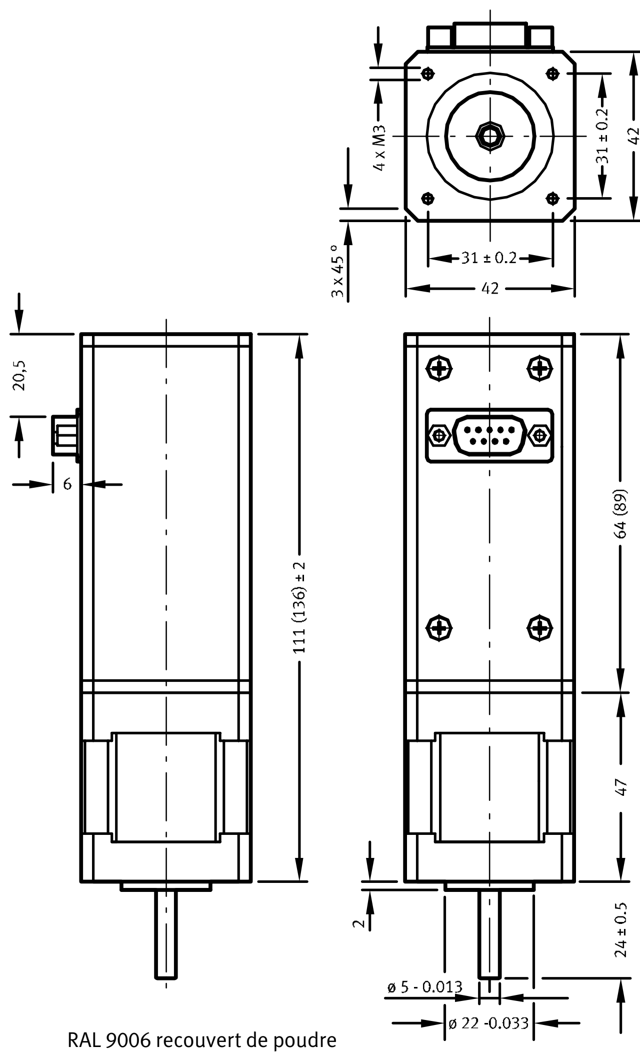
Avertissement
Des couples de maintien réduits en cas de courant de phase réduit provoquent dans certaines circonstances le glissement des axes montés verticalement.

Tenez compte dans votre application de cette réduction de courant qui ne peut pas être coupée.

6 Montage

Dimensions du MTRE-ST42

voir page suivante



RAL 9006 recouvert de poudre

Fig. 9: Dimensions en () pour MTRE-...-AB (avec frein)

Alimentation électrique du SEC-ST

Pour les puissances nominales comprises dans la plage prévue, un bloc d'alimentation 48 VCC (p. ex. SVG-SEC-48-6) est nécessaire. Le MTRE-ST peut également fonctionner sur 24 VCC. Dans ce cas, il faut s'accommoder d'une perte de dynamique.



Avertissement
Un condensateur de lissage d'au moins 2200 µF/63 V doit être branché sur l'alimentation pour éviter un dépassement de la tension admissible.

Attention, une inversion des connexions peut détruire l'appareil.

7 Installation

Matériel / Fabricant



Attention
Pour le câblage du système, utilisez exclusivement les câbles indiqués ci-après. Ceci est indispensable pour garantir le parfait fonctionnement du système.



Attention
Des câbles de confection incorrecte peuvent endommager l'électronique et déclencher des mouvements imprévus du chariot. Tester chaque câble confectionné selon la notice de montage des câbles. S'assurer que le câblage est correct et que les connecteurs sont montés avec une bride de serrage.

Nous recommandons les câbles Festo suivants pour le raccordement de nos systèmes de positionnement électriques :

Câble	Désignation
KMTRE-ST42-5	Câble de moteur 5 m
KMTRE-ST42-10	Câble de moteur 10 m
KMTRE-ST42-x	Câble de moteur x m (jusqu'à 10 m)

Connecteurs et affectations des broches des connecteurs

Broche nº	Fonction MTRE-ST42-48S-A A	Fonction MTRE-ST42-48S-AB
1	de +24 à 48 VCC	de +24 à 48 VCC
2	Dir (direction) +5 V	Dir (direction) +5 V

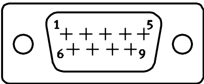


Fig. 10

Broche nº	Fonction MTRE-ST42-48S-A A	Fonction MTRE-ST42-48S-AB
3	Clk (cycle) +5 V	Clk (cycle) +5 V
4	Clk (cycle) +24 V	Clk (cycle) +24 V
5	GND	Masse et frein –
6	Dir (direction) –	Dir (direction) –
7	Dir (direction) +24 V	Dir (direction) +24 V
8	Clk (cycle) –	Clk (cycle) –
9	NC	Frein +24 V

Raccordement des câbles de liaison



Note
Le raccordement au secteur et le montage des interrupteurs secteur, transformateurs, dispositifs de sécurité et filtres réseau doivent être effectués exclusivement par un électricien.



Attention

- Ne raccorder aucun câble à l'électronique et ne débrancher aucun câble tant que l'installation est raccordée à l'alimentation.
  Sinon, l'électronique de puissance et le moteur peuvent être endommagés.
- Avant l'installation, recontrôler impérativement tous les câbles, car l'affectation erronée des broches peut entraîner des dysfonctionnements graves.
- S'assurer que les câbles sont pourvus d'une bride de serrage. En cas de fonctionnement avec un axe linéaire à bras mobile ou avec plusieurs axes, les câbles soumis à une contrainte mécanique doivent être posés dans une chaîne porte-câble.

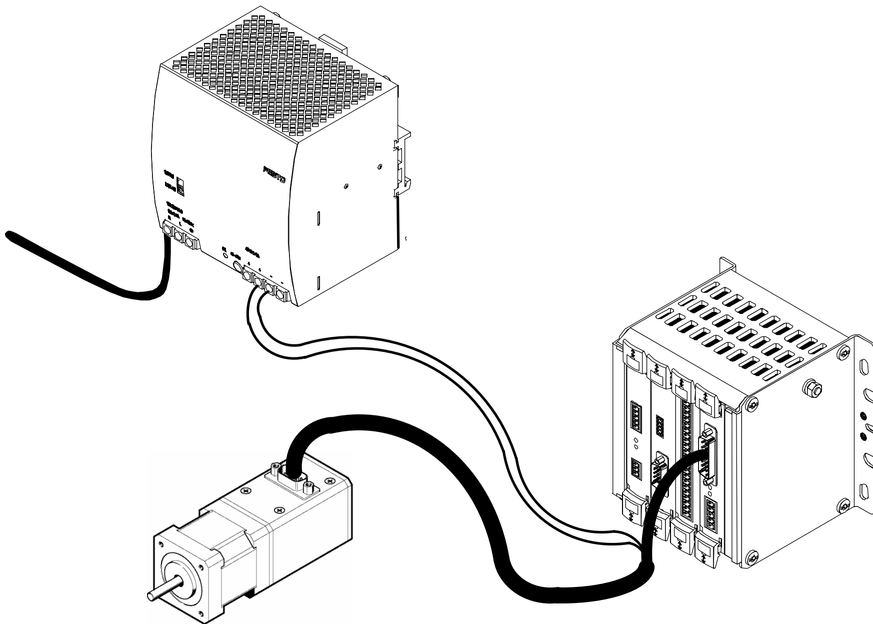


Fig. 11

Vue des raccordements de l'ensemble du système SEC-ST

L'ensemble du système SEC-ST est représenté sur la figure 9 de la page précédente. Les composants suivants sont nécessaires au fonctionnement du SEC-ST :

- Bloc d'alimentation de 24 à 48 VCC (p. ex. SVG-ST-48-6)
- Moteur (MTRE-ST...)
- Câble de commande (KSPC-SECST-1,5)
- Commande (API p. ex. SPC200 avec carte pour moteur pas-à-pas SPC200-SMX-1)

Raccordement du MTRE-ST à l'alimentation électrique

1. S'assurer que l'alimentation électrique est coupée.
2. Serrer les câbles d'alimentation dans les bornes d'alimentation. (pour le câble KMTRE-ST42... gris GND, blanc +24 V).
3. Pour le MTRE-ST42-48S-AB, raccorder le câble de frein +24 V.
4. Brancher le connecteur Sub-D sur le moteur et serrer les vis.



Attention
S'assurer avant le fonctionnement du moteur que le frein est desserré par l'application d'une tension de +24 VCC.

Raccordement du MTRE-ST à la commande (SPC200)

1. S'assurer que l'alimentation électrique est coupée.
2. Enficher le connecteur 15 pôles Sub-D dans la carte de commande des moteurs pas à pas du SPC200.
3. Raccorder la tresse de mise à la masse du câble à la borne de terre PE.

Conducteur de protection PE et raccordements du blindage

Consignes de connexion

Le blindage du câble moteur est relié au point de raccordement PE central. Le conducteur PE du secteur est également relié à ce point central. Pour des grandes longueurs, des mesures de protection CEM particulières doivent être respectées.



Avertissement
Par mesure de sécurité, tous les conducteurs de protection PE doivent impérativement être raccordés avant la mise en service.

Le conducteur PE du secteur est relié au point de raccordement PE central du SEC-ST.

Veiller à créer des surfaces de contact les plus larges possibles pour le branchement de la terre des appareils sur la plaque de montage, afin de bien dériver les perturbations HF.

Séparation électrique

Lors de la conception du MTRE-ST, on a particulièrement soigné l'immunité aux perturbations. Pour cette raison, les différents modules fonctionnels sont isolés électriquement. La transmission des signaux à l'intérieur du MTRE-ST s'effectue à l'aide d'optocoupleurs.

Mesures à prendre dans le cadre du respect des directives CEM

Lorsque toutes les lignes de raccordement sont correctement montées et câblées avec des câbles Festo, les moteurs MTRE-ST sont conformes aux prescriptions des normes génériques correspondantes DIN EN 61000-6-4 (émission de perturbations) et DIN EN 61000-6-2 (immunité aux perturbations).

L'émission de perturbations et l'immunité aux perturbations d'un équipement dépendent toujours de la conception globale de l'entraînement qui contient les composants suivants :

- Alimentation électrique
- Moteur
- Electromécanique
- Exécution et type de câblage
- Commande de niveau supérieur

• S'assurer que tous les composants respectent les directives CEM.

• N'utiliser que des produits d'origine Festo.
  Vous avez ainsi l'assurance que le concept global de votre entraînement respecte les directives CEM.

8 Mise en service

Mise en service du MTRE-ST

- Régler le courant de la branche selon le paragraphe Réglage du courant.
- Régler l'angle de pas désiré selon le paragraphe Mode Step.
- Vérifier si l'angle de pas réglé est pris en compte par la commande de positionnement. (Voir également le manuel du module d'indexage du moteur pas à pas du SPC200.)

Une fois que tous les raccordements ont été exécutés, voir chapitre 7, l'alimentation électrique peut être mise sous tension. Le moteur raccordé peut alors éventuellement exécuter un pas. Pour cette raison, il est recommandé de soumettre à un essai le moteur sans la charge.



Attention
S'assurer avant le fonctionnement du moteur que le frein est desserré par l'application d'une tension de +24 VCC.



Note
Tous les réglages effectués sur le MTRE-ST sont activés seulement après arrêt et remise sous tension.

9 Diagnostic et traitement des erreurs

Panne	Cause	Possibilités
Le moteur n'exécute aucun pas	Câble moteur défectueux	Vérifier le câble moteur.
	Frein non activé	Desserrer le frein en appliquant 24 VCC.
	La tension d'alimentation est inférieure à 21 VCC ou supérieure à 51 VCC	Mesurer la tension d'alimentation
Le moteur perd des pas.	Le moteur ne peut pas délivrer le couple demandé.	Vérifier les caractéristiques du moteur pour savoir quel couple peut être délivré.
	Fréquence trop élevée.	Réduire la fréquence (commande)

10 Caractéristiques techniques

Type de moteur	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Tension nominale	24 ... 48 VCC +5/-10 %	
Réglage du courant	0,3 ... 1,2 A (pas de 0,2 A)	
Couple de maintien *M*	0,34 Nm	
Angle de pas φ	1,8° ±5 %	
Moment d'inertie de l'entraînement *J*	0,068 kg cm^2	0,07 kg cm^2
Couple de maintien du frein *M*	–	0,4 Nm
Puissance du frein *P*	–	6 W
Tension du frein *V*	–	24 V
Tension du frein *V*	–	24 V

Type de moteur	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Tension du frein *V*	–	24 V
Poids du produit *m*	0,45 kg	0,55 kg
Contrôleur intégré	Oui	
Réduction de courant	70 %	
Réglage du pas	Complet, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10	
Signaux E/S	Cycle (Clk) 5 V ou 24 V Direction (Dir) 5 V ou 24 V	
Température ambiante	0 ... +50 °C	
Température de stockage	- 25 ... +60 °C	
Humidité relative (sans condensation)	45 ... 80 %	
Indice de protection	IP54	
Homologation et normes	Directives CEM : DIN EN 61000-6-4 Emission de perturbations (Industrie)[1)] DIN EN 61000-6-2 Immunité aux perturbations (Industrie) Directives sur les basses tensions : DIN VDE 0113 (IEC/DIN EN 60204-1) Directives machines : EN 60034 partie 1 et 5	

1) Le composant est destiné à être utilisé dans le domaine industriel.

11 Courbes caractéristiques

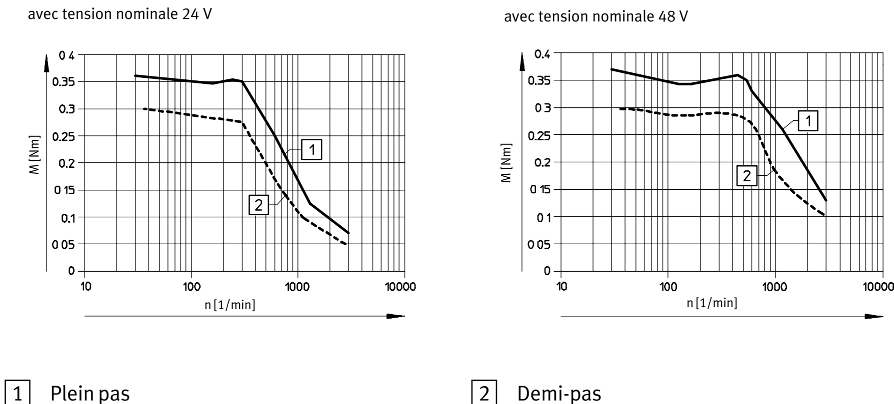
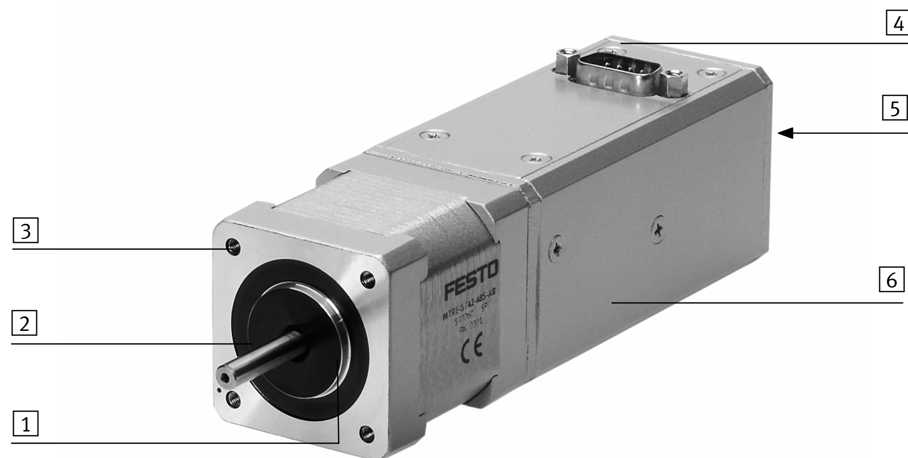


Fig. 12: (p. ex. fig. 1. chapitre Présentation du système).

Motore passo-passo con controller incorporato tipo MTRE-ST42-48S-..

1 Elementi di comando ed attacchi



1 Anello di centratura

2 Albero motore

3 Fori di fissaggio

4 Connettore Sub-D

5 Striscia interruttori DIL (in posizione nascosta)

6 Motore con controller incorporato

Fig. 1

2 Funzionamento ed impiego

I motori passo-passo MTRE-ST42-48S-AA e -AB, che nel presente documento verranno identificati come MTRE-ST-... (Motor Electronic Stepper) vengono impiegati in ambito industriale e in modo particolare vengono applicati agli assi lineari con trasmissione a vite a ricircolo di sfere e con trasmissione a cinghia dentata della serie DGE-... .

Funzioni supplementari	MTR-..-..-...- **AB**
A	Nessuna Funzioni supplementari
G	Riduttore
B	Freno

Fig. 2

3 Trasporto e stoccaggio

- Tenere in considerazione il peso del MTRE-ST-... .
  A seconda dell'equipaggiamento, il MTRE-ST-... può arrivare a pesare ca. 1/2 kg.

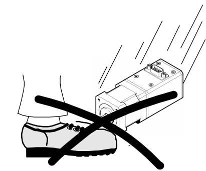
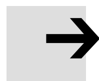


Fig. 3

- Prendere adeguate misure allo scopo di assicurare le seguenti condizioni di stoccaggio:
  Stoccare il prodotto per tempi brevi in locali freddi, asciutti, ombreggiati e non esposti ad agenti corrosivi.

4 Condizioni di utilizzo



Nota
L'uso improprio può causare il cattivo funzionamento del prodotto.

- Provvedere affinché le indicazioni contenute nel presente capitolo vengano sempre osservate.
  In tal modo si garantisce un impiego corretto e sicuro del prodotto.

- Confrontare i valori limite indicati nelle presenti istruzioni d'uso (ad es. di pressioni, forze, momenti, masse, velocità e temperature) con l'applicazione specifica.

  Solamente mantenendo le sollecitazioni entro i limiti previsti è possibile assicurare un funzionamento dell'MTRE-ST-... conforme alle direttive di sicurezza del settore.

- Adottare misure adeguate allo scopo di assicurare il rispetto delle norme specifiche ad es. dell'associazione di categoria o di enti nazionali concernenti il luogo di impiego.

- Rimuovere tutti gli imballaggi ad eccezione della calotta di copertura della connessione elettrica.

  Gli imballaggi possono essere riciclati in base al materiale di cui sono composti (eccezione: carta oleata = rifiuto non riciclabile).

- Tenere conto delle condizioni ambientali esistenti.

- Utilizzare l'MTRE-ST-... nello stato originale, senza apportare modifiche non autorizzate.

- L'MTRE-ST-... deve venire impiegato esclusivamente per usi industriali e commerciali stazionari. La sicurezza dalle interferenze elettromagnetiche dei componenti elettronici di potenza non è predisposta per il funzionamento in impianti in movimento, in case e industrie collegate direttamente alla rete a bassa tensione.

- L'MTRE-ST-... deve venire azionato in un ambiente di lavoro sicuro. Per l'impiego all'interno di impianti è necessario predisporre adeguati sistemi di arresto di emergenza.

5 Panoramica del sistema

Informazioni generali sui sistemi con motori passo-passo

Descrizione

I motori passo-passo costituiscono una forma costruttiva speciale dei motori sincroni e vengono azionati mediante impulsi di corrente generati da un'apposita centralina. A ogni impulso corrisponde sempre lo stesso angolo di rotazione. Ciò rende possibile l'esecuzione di istruzioni di posizionamento senza retroazione.
I motori passo-passo vengono sfruttati per il loro moto rotatorio "digitale" per adempiere a funzioni di commutazione e all'interno di sistemi di posizionamento; a questo proposito occorre tuttavia sottolineare che il sistema di comando centrale, non ricevendo nessun segnale di risposta, non può verificare se il motore abbia effettivamente eseguito il passo.

Precisione e risoluzione

L'angolo del passo varia in relazione alle caratteristiche costruttive del motore; nei motori passo-passo a 2 fasi Festo l'angolo è di 1,8° (+/-5%) per la modalità di funzionamento a passo completo. Un passo singolo viene generato mediante l'alimentazione elettrica alternata di due bobine all'amperaggio massimo. A ogni commutazione dell'alimentazione della corrente, il motore passo-passo esegue un passo di 1,8°.
È tuttavia possibile predisporre il motore per l'alimentazione contemporanea delle due bobine con due livelli di amperaggio diversi: in tal caso, ai diversi livelli di amperaggio corrispondono mezzi passi oppure quarti, quinti, ottavi o decimi di passo, il che assicura con elevatissima accuratezza la massima risoluzione di posizionamento del motore passo-passo.

La corsa incrementale minima (risoluzione) di un asse lineare viene determinata dall'angolo di passo del motore (numero di passi per giro) e della costante di avanzamento dell'asse lineare (determinata dal diametro del pignone motore o dal passo dell'asta filettata).

Per il calcolo procedere come segue:

$$\textit{Numero di passi per giro} = \frac{360°}{\textit{Angolo di passo .del motore}}$$

$$\textit{Risoluzione} = \frac{\textit{Costante di avanzamento dell'asse X}}{\textit{Rapporto di trasmissione}}$$

Esempio:

Angolo di passo del motore:	0,9° (+/- 5%), nel semipasso
Costante di avanzamento dell'asse lineare:	
	120 mm/giro
Rapporto di trasmissione:	1/4 (rapp. di riduzione = 4)

Dal suddetto esempio risulta una risoluzione pari a 0,075 mm per passo.

Tutte le posizioni che questa combinazione motore-gruppo di trasmissione-asse è in grado di eseguire sono divisibili per 0,075.
Al contrario, in caso di funzionamento con quarti di passo, la risoluzione è addirittura di 0,0375 mm; il funzionamento con decimi di passo consentirebbe addirittura una risoluzione di 0,00375 mm per passo. Nel calcolo occorre ovviamente tenere in considerazione anche il gioco assiale, il gioco torsionale dei rotismi presenti e la tolleranza propria del motore passo-passo. Quest'ultima va sempre considerata come valore assoluto del passo completo,
in modo particolare negli impieghi in cui è richiesta massima precisione di posizionamento.

Criteri generali

Per quanto si possa essere indotti a ritenere che i motori passo-passo siano di facile impiego, vale la pena ricordare che non sono in grado di adempiere a funzioni di controllo: ciò significa che il sistema di comando centrale, non ricevendo nessun segnale di risposta, non è in grado di verificare in alcun modo se il motore abbia effettivamente eseguito il passo.
Per questo motivo è fondamentale, ai fini della scelta di un motore, analizzarne accuratamente la curva caratteristica coppia/numero di giri per definire se il motore sia veramente in grado di movimentare il carico previsto con parametri di velocità e di accelerazione ottimali.
Nel caso in cui il motore perda un passo (in altre parole: se il carico movimentato è troppo elevato per l'energia erogata dal motore), non è più possibile garantire la precisione di posizionamento dei particolari. Ne possono risultare degli errori che devono essere monitorati e rilevati all'interno del sistema, ad esempio mediante interruttori di fine corsa.

Posizionamento con frequenza Start- Stop

Un altro parametro fondamentale per un buon utilizzo dei motori passo-passo è rappresentato dalla cosiddetta frequenza Start-Stop: è la frequenza o il numero di

giri con i quali il motore passo-passo è in grado di funzionare e di arrestarsi in modo sicuro, ossia senza perdere il passo, erogando al contempo la coppia richiesta.

I motori possono perdere il passo sia in fase di decelerazione (arresto) che in fase di accelerazione!

Vibrazioni di risonanza

Il motore passo-passo tende a vibrare per effetto dell'applicazione di una corrente costante finalizzata ad assicurarne la coppia di mantenimento massima. Essendo come principio di funzionamento un motore sincrono, il motore passo-passo segue in modo estremamente preciso il campo di funzionamento previsto. Se non viene applicato nessun carico, il rotore, a causa del suo limitatissimo momento di inerzia, presenta vibrazioni superiori al passo prefissato. Se l'impulso di eccitazione per il passo successivo viene trasmesso in un momento inopportuno, nel sistema si generano delle vibrazioni.

Per limitare la possibilità di tale inconveniente, è possibile adottare le seguenti misure preventive:

– Dal momento che i motori passo-passo presentano vibrazioni di risonanza più evidenti con frequenze basse, è possibile cercare di spostare la frequenza Start-Stop su un intervallo superiore (ca. 200 Hz e oltre).
– Per porre rimedio a tale inconveniente, oltre a incrementare la frequenza Start-Stop è possibile ridurre anche la corrente di fase.
– La situazione può essere migliorata anche mediante la commutazione dal passo completo al mezzo passo o al quarto di passo.
– È sempre efficace alimentare il motore al carico nominale proprio. Nel caso in cui questo non fosse possibile, è consigliabile ridurre la corrente di fase.

Corrente di fase

Si definisce corrente di fase la corrente che scorre attraverso la fase di un avvolgimento. Quando la corrente di fase è massima, il motore passo-passo presenta il massimo valore di coppia di mantenimento. Per un buon funzionamento del motore, la corrente di fase dovrebbe essere preferibilmente modulata in funzione del carico e non necessariamente al valore massimo. In caso di sollecitazione del motore in assenza di carico o con un momento inferiore al suo momento nominale, questo può eseguire un numero eccessivo di passi o presentare delle vibrazioni (vedi sopra), che producono lo stesso effetto di una perdita di passi.
La corrente di fase preimpostata scorre attraverso le bobine di volta in volta attive del motore, anche quando questo è fermo. Questa caratteristica presenta il van-

taggio da un lato di assicurare una certa coppia di arresto del motore, che gli consente di essere sollecitato da fermo con la coppia di mantenimento propria e dall'altro di mantenere il motore in temperatura anche in caso di inattività. Nel caso in cui non sia necessario avere questo valore della coppia di mantenimento quando il motore è fermo, è opportuno ridurre la corrente di fase a motore fermo. Questa funzione è già predisposta nel controller per motori passo-passo Festo SEC-ST-48-6-P01.

Utilizzando adeguatamente questa caratteristica intrinseca dei motori passo-passo, è possibile realizzare un'interessante soluzione di posizionamento con un grado di precisione soddisfacente.

Istruzioni per un'accurata regolazione dei motori passo-passo

Determinazione del regime consentito in funzione del carico

Se è nota la coppia che viene applicata al gruppo motore, è possibile calcolare il numero di giri consentito del motore in base alla curva caratteristica della coppia e del numero di giri. (vedi Capitolo Curve caratteristiche)
Tenendo presente che l'intervallo di regime risulta utilizzabile finché il motore è in grado di erogare l'80% della sua coppia nominale. A valori superiori si registra una perdita di coppia del motore tale da aumentare il rischio di perdita di passi.

Nella modalità a passo completo è praticamente certa la presenza di vibrazioni di risonanza, ma dipendendo queste ultime dalle caratteristiche del sistema, non è sempre possibile determinare con precisione in che punto si possano verificare e per questo motivo è necessario eseguire delle modifiche.
In generale risulta più utile impiegare il motore in modalità semipasso, per limitare la possibilità di vibrazioni. In caso di azionamento del motore senza carico, è opportuno ridurre il livello della corrente: anche la presenza di valori di corrente troppo elevati può infatti dare luogo a vibrazioni e di conseguenza a perdite di passi.

Esempio:

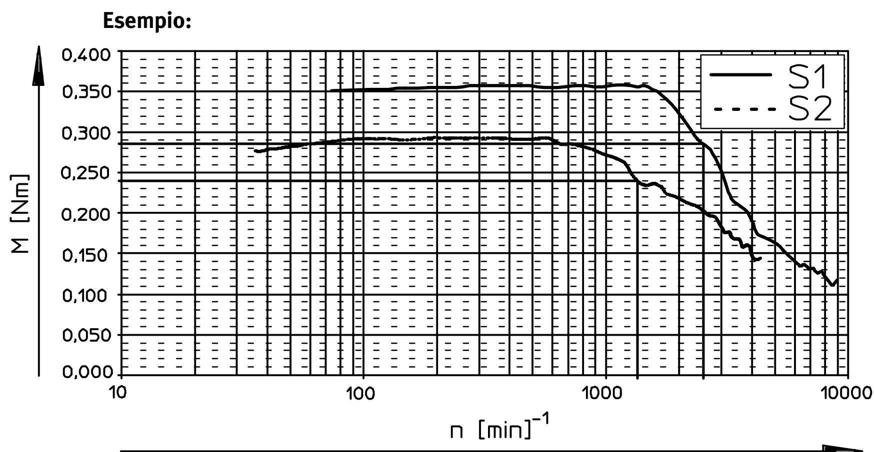


Fig. 4: Curva alto S1 - passo completo / curva basso S2 - semipasso M = Coppia, n = Numero di giri

Sulla base della curva caratteristica è possibile definire quale sia la velocità massima di esercizio consentita del motore passo-passo in funzione della coppia applicata nelle modalità a passo completo o a semipasso (nell'esempio: ca. 1100 giri/min con semipasso)

Determinazione della frequenza Start- Stop

È consigliabile mantenere valori elevati di frequenza Start- Stop, dal momento che è soprattutto in bande di frequenza limitate che si presentano vibrazioni di risonanza più evidenti che danno origine alle perdite di passi.
Incrementare la frequenza Start- Stop, finché si nota una perdita di passi del gruppo motore all'avviamento. Procedere quindi a ridurre ulteriormente la frequenza Start- Stop almeno del 20%, per garantire che non si verifichi nessuna perdita di passi in fase di accelerazione. Sono ammissibili valori iniziali di frequenza di 400 Hz per gruppi motore piccoli e di ca. 200 Hz per gruppi motore grandi.

Consigli e suggerimenti per la soppressione delle vibrazioni di risonanza

- Modalità a semipasso e non a passo completo.
  In generale il semipasso è migliore del passo completo. Nella modalità semipasso il motore passo-passo a 2 fasi fornisce in generale buone prestazioni funzionali.

- Registrare la corrente di fase su un valore più basso (sul valore minimo indispensabile).
  Una corrente di fase bassa riduce la rigidità del sistema, ma d'altra parte ne limita la sensibilità alle vibrazioni.
- La frequenza operativa è inversamente proporzionale alle vibrazioni di risonanza.
  La frequenza operativa presenta spesso valori analoghi a quello in cui si generano le vibrazioni di risonanza o ad un loro multiplo. Nella maggior parte dei casi, scostamenti minimi dalla frequenza dei passi "critica" assicurano le migliori prestazioni.
- Adottare rampe di accelerazione con maggiore pendenza.
  Questa soluzione mette il motore passo-passo in condizione di "attraversare" bande di frequenza critiche in tempi brevi, proteggendolo quindi almeno in un primo tempo in maniera efficace dalle vibrazioni.
- Incrementare l'attrito (soluzione di emergenza).
  L'attrito produce un effetto di ammortizzazione sull'intero sistema, ma determina d'altra parte la perdita di coppia utile.

Motore passo passo MTRE-ST-...

Il motore passo-passo MTRE-ST-... è destinato all'azionamento degli assi lineari con trasmissione a vite a ricircolo di sfere e con trasmissione a cinghia dentata della serie DGE-... .
Tramite l'impostazione di ingressi digitali è possibile regolare la direzione e il passo. Il motore MTRE-ST42-48S-AB è inoltre equipaggiato con un freno.

Caratteristiche di potenza:

- Driver bipolare modulatore meccanico
- Tensione di ingresso 24 ... 48 VCC
- Corrente di fase fino a 1,2 A regolabile in 8 livelli
- Riduzione automatica della corrente al 30 %
- Possibili passi completi, mezzi passi, quarti, quinti, ottavi e decimi di passo
- Frequenza di passo massima 40 kHz
- Funzione di sicurezza contro sovratemperatura e cortocircuito

Il controller

La comunicazione con i comandi di livello superiore, ad es. i comandi a logica programmabile (PLC), avviene tramite ingressi ed uscite.
Gli ingressi sono ad isolamento galvanico completo. Possono essere alimentati a 5 V oppure a 24 V (v. Par. “Interfacce utente”).

Modulo terminale di potenza

Il modulo terminale di potenza integrato è in grado di comandare fino a 1,2 A di corrente di fase. La corrente di fase viene regolata tramite un commutatore DIP-switch (v. Par. “Ingresso Direction”).

Monitoraggio interno

Il modulo terminale dispone di un dispositivo di interruzione in caso di sovratemperatura nonché di una funzione di monitoraggio in caso di cortocircuito tra loro delle fasi motore oppure in caso di GND.

Interfacce utente

Ingresso Direction

Tramite l’ingresso Direction viene definita la direzione di rotazione del motore.

Sistema di comando esterno

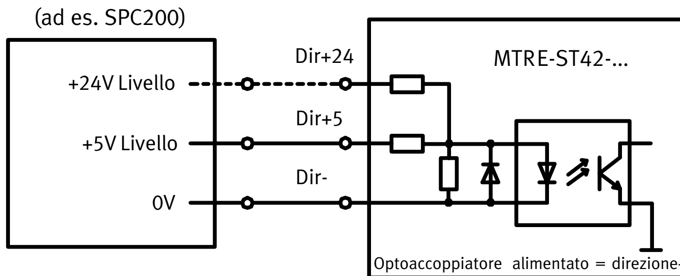


Fig. 5



Avvertenza
È possibile utilizzare indifferentemente il livello segnale a +24 V o +5 V.
Osservare il livello di uscita del sistema di comando!

Ingresso Clock

Tramite l'ingresso Clock il motore esegue un passo.

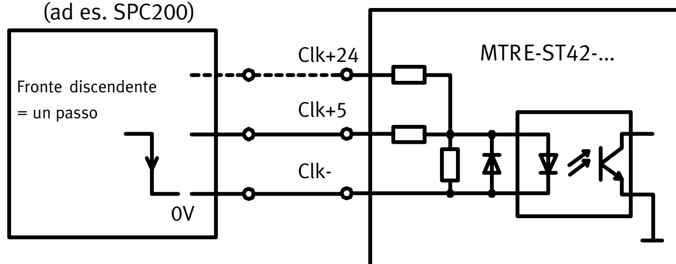
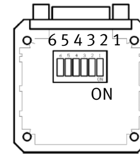


Fig. 6



Avvertenza
È possibile utilizzare indifferentemente il livello segnale a +24 V o +5 V.
Osservare il livello di uscita del sistema di comando.

Impostazioni



Modalità di passo

La modalità di passo può venire regolata dall'utente tramite i commutatori DIP-switch 1, 2 e 3. Per accedere ai DIP-switch è necessario aprire il coperchio posteriore del motore. Il motore viene fornito configurato per il funzionamento a passo completo. Se l'azionamento avviene tramite un PLC Festo (SPC200) vengono supportati soltanto passi completi e mezzi passi.

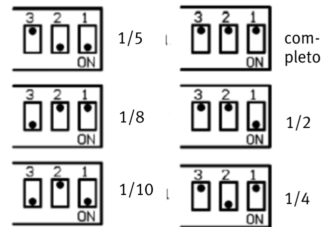


Fig. 7

Nota
Nel caso di impiego di mezzi passi o di quarto, quinto, ottavo o decimo di passo si ottengono percorsi di traslazione diversi!

Regolazione della corrente

La regolazione viene effettuata tramite i commutatori DIP-switch 4, 5 e 6.

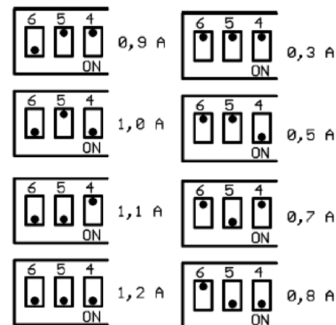


Fig. 8

Nota
- Si raccomanda di impostare solamente la corrente effettivamente necessaria. In condizioni di massimo carico, il motore non deve perdere nessun passo. Un livello troppo elevato di corrente, oltre a surriscaldare inutilmente il motore, ne aumenta in misura intollerabile il rumore.

La riduzione di corrente I-Red

Per ridurre il carico termico del motore fermo, si riduce automaticamente del 70 % la corrente di fase dopo un ritardo ciclico di 80 millesimi di secondo.



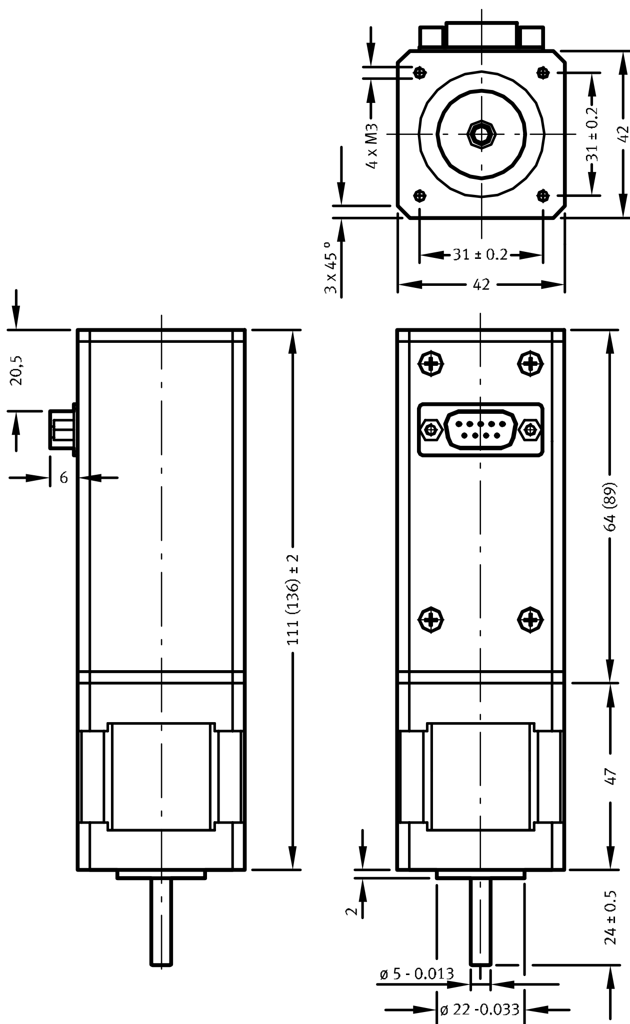
Avvertenza
La riduzione dei valori di coppia di mantenimento per effetto della diminuzione della corrente di fase può determinare lo scivolamento degli assi installati in posizione verticale.

Tenere conto all'interno del proprio impianto della diminuzione della corrente, che non può essere disattivata.

6 Montaggio

Dimensioni dell'MTRE-ST42

Cfr. pagina seguente.



Grigio RAL 9006, verniciato con polveri

Fig. 9: Dimensioni in () dell'MTRE-...-AB (con freno)

Alimentazione elettrica del SEC-ST

Per le prestazioni nominali nell'ambito di impiego specifico è necessario un alimentatore a 48 VCC (ad es. SVG-SEC-48-6). L'MTRE-ST può essere azionato anche a 24 VCC. In questo caso si deve tenere conto che si verifica un calo delle prestazioni dinamiche.



Avvertenza
Al gruppo di alimentazione è necessario collegare un condensatore di carica di almeno 2200 µF/63 V, allo scopo di impedire il superamento del limite massimo consentito di tensione.

Attenzione: se si scambiano inavvertitamente le connessioni, si rischia di danneggiare in modo irreparabile il dispositivo.

7 Installazione

Componenti / Case produttrici



Attenzione
Per il cablaggio del sistema utilizzare esclusivamente i cavi descritti in seguito. Solo in questo modo si garantisce il funzionamento regolare del sistema.



Attenzione
Cavi cablati in modo errato possono distruggere i componenti elettronici e produrre movimenti imprevisti del cursore. Controllare tutti i cavi cablati secondo le istruzioni di montaggio. Accertarsi che i cavi siano cablati in modo corretto e che i connettori siano montati con dadi antistrappo.

Consigliamo l'uso dei seguenti cavi Festo per il collegamento con i nostri sistemi elettrici di posizionamento:

Cavo	Descrizione
KMTRE-ST42-5	Cavo motore 5 m
KMTRE-ST42-10	Cavo motore 10 m
KMTRE-ST42-x	Cavo motore x m (fino a 10 m)

Connettori e occupazione dei relativi pin

N. pin	Funzionamento MTRE-ST42-48S-A A	Funzionamento MTRE-ST42-48S-AB
1	+24 ... 48 VCC	+24 ... 48 VCC
2	Dir (direzione) +5 V	Dir (direzione) +5 V

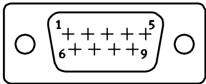
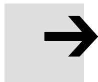


Fig. 10

N. pin	Funzionamento MTRE-ST42-48S-A A	Funzionamento MTRE-ST42-48S-AB
3	Clk (ciclo) +5 V	Clk (ciclo) +5 V
4	Clk (ciclo) +24 V	Clk (ciclo) +24 V
5	GND	GND e freno –
6	Dir (direzione) –	Dir (direzione) –
7	Dir (direzione) +24 V	Dir (direzione) +24 V
8	Clk (ciclo) –	Clk (ciclo) –
9	NC	Freno +24 V

Collegamento dei cavi di connessione



Nota
Il collegamento alla rete elettrica ed il montaggio dell'interruttore di rete, del trasformatore, del dispositivo di sicurezza e dei filtri di rete deve essere eseguita esclusivamente da elettricisti specializzati.



Attenzione

- Non collegare e scollegare cavi alle parti elettroniche finché l'impianto è collegato all'alimentazione elettrica.
  I componenti elettronici del sistema di comando potenza e del motore potrebbero essere distrutti.
- Prima dell'installazione misurare assolutamente di nuovo tutti i cavi, visto che in caso di occupazione non corretta potrebbero verificarsi gravi anomalie di funzionamento.
- Accertarsi che il cavo sia dotato di dado antistrappo. Nel caso di funzionamento a brandeggio ed a più assi i cavi sottoposti a sforzi meccanici devono venire posizionati in una catena di trascinamento.

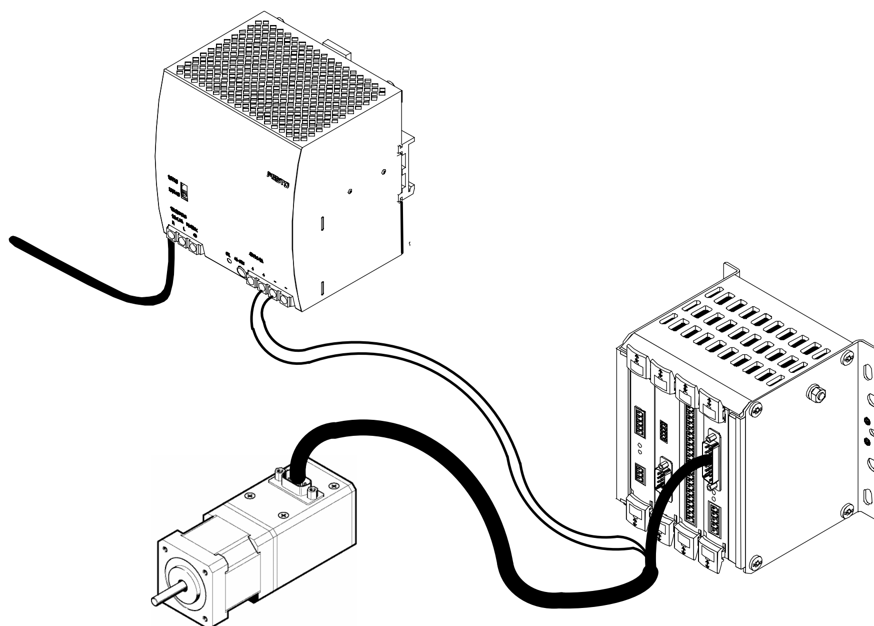


Fig. 11

Configurazione delle connessioni del sistema SEC-ST completo

Un sistema completo SEC-ST è rappresentato nella figura 9 della pagina precedente. Per il funzionamento del SEC-ST sono necessari i seguenti componenti:

- alimentatore 24 ... 48 VCC (ad es. SVG-ST-48-6)
- motore (MTRE-ST...)
- cavo di collegamento al sistema di comando (KSPC-SECST-1,5)
- sistema di comando (PLC, ad es. SPC200 con scheda motore passo-passo SPC200-SMX-1)

Collegamento dell'MTRE-ST all'alimentazione elettrica

1. Accertarsi che l'alimentazione elettrica sia disinserita.
2. Collegare i cavi di alimentazione alla tensione di alimentazione (con il cavo KMTRE-ST42... grigio = GND, bianco = +24 V).
3. Nel motore MTRE-ST42-48S-AB collegare anche il cavo del freno +24 V.
4. Collegare il connettore Sub-D al motore e serrare le viti.



Attenzione
Prima di azionare il motore accertarsi che il freno, applicando una tensione di +24 VCC, risulti aperto.

Collegare l'MTRE-ST al sistema di comando (SPC200).

1. Accertarsi che l'alimentazione elettrica sia disinserita.
2. Inserire il connettore Sub-D a 15 poli nella scheda di controllo per motori passo-passo dell'SPC200.
3. Collegare la piattina di massa del cavo al morsetto di terra PE.

Conduttore di terra PE e connessioni dello schermo

Istruzioni di collegamento

La schermatura del cavo del motore viene inserita nel punto di connessione centrale PE. Il raccordo PE sul lato della rete viene anch'esso inserito in questo centro

neutro. Per lunghezze maggiori è necessario adottare misure protettive specifiche di protezione antiradiodisturbi.



Avvertenza
Per motivi di sicurezza tutti i conduttori di terra PE devono assolutamente venire collegati prima della messa in servizio.

La connessione PE sul lato della rete viene inserita nel punto di connessione centrale PE del SEC-ST.

Prestare attenzione ad approntare possibilmente connessioni di terra tra gli apparecchi e la piastra di montaggio di grandi dimensioni per scaricare bene eventuali disturbi elettromagnetici.

Isolamento galvanico

Durante la progettazione dell'MTRE-ST ci si è posti come obiettivo un'elevata immunità ai radiodisturbi. Per questo motivo i singoli moduli di funzione sono stati isolati galvanicamente. La trasmissione dei segnali all'interno dell'MTRE-ST avviene tramite un optoaccoppiatore.

Misure per l'osservanza di linee guida di compatibilità elettromagnetica

Se i cavi di collegamento sono stati installati e cablati correttamente utilizzando cavi Festo, i motori MTRE-ST rispondono alle specifiche delle relative norme di base DIN EN 61000-6-4 (emissione di interferenze) e DIN EN 61000-6-2 (immunità alle interferenze).

L'emissione di interferenze e l'immunità alle interferenze di un apparecchio dipendono sempre dalla struttura globale del gruppo motore, che è composto dai seguenti componenti:

– alimentazione di tensione
– motore
– parti elettromeccaniche
– esecuzione e tipo di cablaggio
– sistema di comando di livello superiore.

- Accertarsi che tutti i singoli componenti siano conformi alle direttive di protezione antiradiodisturbi.
- Impiegare esclusivamente componenti originali Festo.

Solo in tal modo è possibile garantire che il gruppo motore nel suo insieme sia conforme alle direttive di protezione antiradiodisturbi.

8 Messa in servizio

Messa in servizio dell'MTRE-ST

- Regolare la corrente di fase seguendo le istruzioni del capitolo "Regolazione della corrente".
- Regolare l'angolo di passo desiderato seguendo le istruzioni del capitolo "Modalità di passo".
- Verificare se l'angolo di passo regolato è ammesso dal sistema di comando del posizionamento in dotazione (vedere anche la descrizione del modulo motore passo-passo per l'SPC200).

Dopo avere approntato tutte le connessioni (v. Cap. 7), è possibile inserire l'alimentazione elettrica. In questo istante, il motore collegato può eseguire un passo. Per questo motivo si consiglia di sottoporre il motore ad una prova di funzionamento, dopo averlo scollegato dal carico.



Attenzione
Prima di azionare il motore accertarsi che il freno, applicando una tensione di +24 VCC, risulti aperto.



Nota
Tutte le regolazioni eseguite sull'MTRE-ST si attivano solamente dopo avere spento e riacceso il motore.

9 Diagnosi e risoluzione dei problemi

Guasto	Causa	Possibilità
Il motore non esegue nessun passo	Il cavo motore è difettoso	Verificare il cavo motore.
	Il freno non è attivato	Aprire il freno alimentando con 24 VCC.
	La tensione di alimentazione risulta inferiore a 21 VCC o superiore a 51 VCC	Misurare la tensione di alimentazione.
Il motore perde i passi	Il motore non può eseguire la coppia richiesta	Verificare la curva caratteristica del motore per sapere quale coppia possa raggiungere.
	Frequenza troppo elevata	Diminuire la frequenza (sistema di comando).

10 Dati tecnici

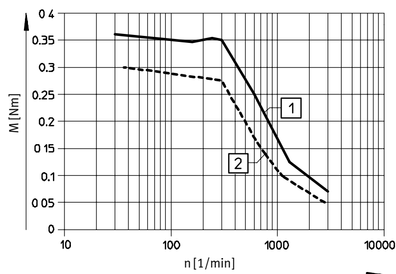
Tipo motore	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Tensione nominale	24 ... 48 VCC +5/-10 %	
Regolazione della corrente	0,3 ... 1,2 A (passi da 0,2 A)	
Coppia di mantenimento *M*	0,34 Nm	
Angolo di passo φ	1,8° ±5 %	
Momento inerziale del gruppo motore *J*	0,068 kg cm^2	0,07 kg cm^2
Coppia di mantenimento del freno *M*	–	0,4 Nm
Potenza del freno *P*	–	6 W
Tensione del freno	–	24 V
Tensione del freno	–	24 V

Tipo motore	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Tensione del freno	–	24 V
Peso del prodotto *m*	0,45 kg	0,55 kg
Controller integrato	Presente	
Riduzione della corrente	70 %	
Passi eseguibili	Passo completo, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8 e 1/10 di passo	
Segnali I/O	Ciclo (Clk) 5 V opp. 24 V Direzione (Dir) 5 V opp. 24 V	
Temperatura ambiente	0 ... +50 °C	
Temperatura di stoccaggio	- 25 ... +60 °C	
Umidità relativa dell'aria (senza formazione di condensa)	45 ... 80 %	
Tipo di protezione	IP54	
Omologazione e norme	Direttive EMC: DIN EN 61000-6-4 Emissione interferenze (settore industriale)[1)] DIN EN 61000-6-2 Immunità alle interferenze (settore industriale) Direttive sulla bassa tensione: DIN VDE 0113 (IEC/DIN EN 60204-1) Direttive sui macchinari: EN 60034, Parte 1 e Parte 5	

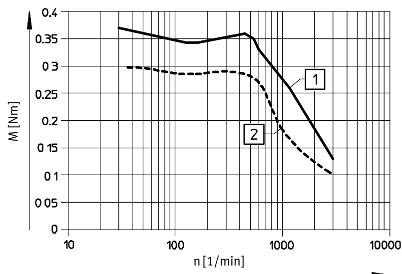
1) Il componente è predisposto per l'impiego in ambito industriale.

11 Curve caratteristiche

con tensione nominale 24 V



con tensione nominale 48 V



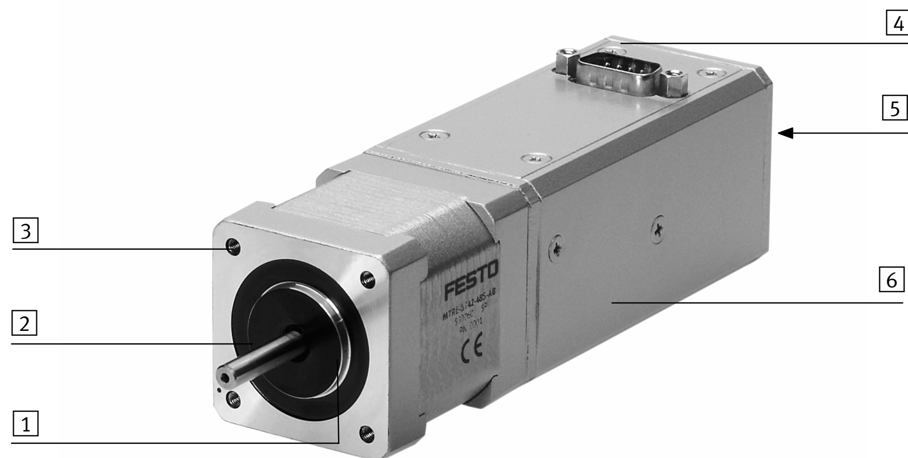
1 Passo completo

2 Semi-passo

Fig. 12: (ad es. Fig 1. Capitolo Panoramica del sistema).

Stegmotor med integrerat manöverdon MTRE-ST42-48S-..

1 Komponenter och anslutningar



1	Centreringsfläns	4	D-sub-kontakt
2	Motoraxel	5	DIL-omkopplarlist (syns ej på bilden)
3	Fästhål	6	Motor med integrerat manöverdon

Bild 1

2 Funktion och användning

Stegmotorerna MTRE-ST42-48S-AA och -AB, i fortsättningen kallade MTRE-ST-... (Motor Electronic Stepper), är avsedda för användning inom industrin på spindel- och kuggremsaxlar ur serien DGE-... .

Specialfunktion	MTR-..-..-...- **AB**
A	inga Specialfunktion
G	Växel
B	Broms

Bild 2

3 Transport och lagring

- Observera den tunga vikten av MTRE-ST-... .

  Beroende på utförande kan MTRE-ST-... väga ca 0,5 kg.
- Se till att produkten lagras enligt följande: Korta lagertider på en kall och torr lagerplats som är skyddad från ljus och korrosion.

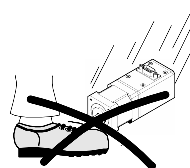


Bild 3

4 Förutsättningar för korrekt användning av produkten



Notera
Felaktig hantering kan leda till felfunktioner.

- Se till att punkterna i detta kapitel alltid följs.
  På så sätt säkerställs att produkten fungerar korrekt och säkert.

- Jämför gränsvärdena i denna bruksanvisning med värdena för din aktuella applikation (t ex tryck, krafter, moment, temperaturer, massor och hastigheter).

  Endast när belastningsgränserna beaktas kan MTRE-ST-... användas enligt gällande säkerhetsriktlinjer.
- Följ lokala gällande lagar och förordningar, t ex från yrkesorganisationer och nationella institutioner.
- Ta bort alla förpackningar förutom skyddskåpan över elanslutningen.

  Förpackningarna kan återvinnas (undantag: oljepapper = restavfall).



- Ta hänsyn till rådande omgivande förhållanden.
- Använd MTRE-ST-... i originalskick utan egna modifieringar.
- MTRE-ST-... får endast användas stationärt inom industrin. Effektelektronikens elektromagnetiska störskydd är inte utformat för användning i mobila anläggningar, i hushåll eller företag, som är anslutna till lågspänningsnät.
- MTRE-ST-... får endast användas i en säker arbetsmiljö. Vid drift i anläggningar måste lämpliga nödstopp installeras.

5 Systemöversikt

Allmän information om stegmotorsystem

Beskrivning

Stegmotorer är en särskild variant av synkronmotorn, som styrs genom strömimpulser från en därför avsedd styrenhet. En impuls motsvarar här alltid samma rotationsvinkel. Det möjliggör positionering utan återrapportering.
På grund av sin ”digitala” vridrörelse används stegmotorer som kopplingssystem samt inom positioneringsteknik. Observera att styrenheten inte erhåller någon återrapportering om motorn utfört sitt steg eller inte.

Exakthet och upplösning

Stegvinkeln är konstruktionsberoende och är vid tvåfas Festo-stegmotorer 1,8° (+/-5 %) vid helsteg. Ett enkelsteg uppstår när båda spolarna omväxlande förses med full spänning. Stegmotorn utför då ett steg på 1,8° vid varje byte av strömaktivering för spolarna.
Det är emellertid också möjligt att aktivera båda spolarna samtidigt med olika strömmängder. Beroende på mängden ström uppstår halvsteg, fjärdedels-, femtedels-, åttondels- eller tiondelssteg. Därigenom kan den maximala upplösningen för positioner som en stegmotor kan flyttas till finjusteras avsevärt.

Den kortaste inkrementella vägen (upplösningen) till en positioneringsaxel bestäms genom motorns stegvinkel (antal steg per varv) och konstanterna för positioneringsaxeln (bestäms genom drevets diameter resp. spindelns stigning).

Detta kan beräknas enligt följande:

$$Antal\ steg\ per\ varv = \frac{360°}{Motornsstegvinkel}$$

$$Upplösning = \frac{Axelmatning \cdot Utväxling}{Steg \cdot Varv}$$

Exempel

Motorns stegvinkel: 0,9° (+/- 5%) vid halvsteg
Konstanter för positioneringsaxeln:
120 mm/varvUtväxling:
1/4 (nedväxling i = 4)

Exemplet ovan ger en upplösning på 0,075 mm per steg.

Alla positioner som kan uppnås med denna motor-växel-axel-kombination är delbara med 0,075.

Används däremot fjärdedelssteg blir upplösningen 0,0375 mm. Vid tiondelssteg skulle det till och med vara möjligt med en upplösning på 0,00375 mm per steg. Här inräknas även axelspel, växelns vridning och toleransen för själva stegmotorn. Dessutom ska stegmotorns tolerans alltid betraktas som absolutvärde av fullsteg. Detta bör beaktas om man önskar mycket exakta positioneringsutföranden.

Grundläggande

Angående stegmotorernas enkla funktion ska nämnas att det inte handlar om någon reglering. Styrenheten erhåller inte någon återrapportering om motorn

utfört sitt steg eller inte.
Därför är det mycket viktigt att utföra dimensioneringen av motorn utifrån varvtal-vridmoment-kurvan. På så vis säkerställs att den pålagda lasten faktiskt kan förflyttas av motorn med angiven acceleration och hastighet.
Om motorn förlorar ett steg, d.v.s. om den pålagda lasten är större än motorns kraft, så befinner sig inte längre delen som ska positioneras i önskad position. Det kan alltså uppstå fel som måste övervakas i det kompletta systemet, exempelvis genom gränslägesbrytare.

Start-/stoppfrekvens

Ytterligare en viktig parameter vid användningen av stegmotorer är den så kallade start-/stoppfrekvensen. Det är frekvensen resp. varvtalet varmed stegmotorn säkert kan startas och stoppas vid erforderligt vridmoment, d.v.s. utan stegförlust.

Stegförlust kan uppträda såväl vid fördröjning (stopp) som vid acceleration!

Resonansfrekvenser

Genom påverkan av en fast ström för det maximala hållmomentet för en stegmotor kan vibrationer uppstå. Eftersom stegmotorn är en synkronmotor följer den det anvisade fältet inom mycket snäva gränser. Om ingen last finns vibrerar rotorn på grund av det låga tröghetsmomentet över det angivna steget. Om impulsen för nästa steg sker vid en ogynnsam tidpunkt sätts systemet i resonans.

Följande kan göras för att minska risken för att resonans uppstår:

- Man försöker i praktiken att lägga start-/stoppfrekvensen i ett högre område (ca 200 Hz och högre), eftersom stegmotorer i de lägre frekvensområdena har fler resonansfrekvenser.
- Detta kan bemötas genom att höja start-/stoppfrekvensen eller minska lindningsströmmen.
- En avhjälpning kan också vara att växla från full- till halv- eller fjärdedelssteg.
- Det hjälper att alltid använda motorn med nominell last. Om det inte skulle vara möjligt bör lindningsströmmen reduceras.

Lindningsström

Som lindningsström betecknas ström som går genom en lindning. Vid maximal lindningsström har stegmotorn maximalt hållmoment. Lindningsströmmen ska anpassas till lasten. Det betyder att det inte alltid är bra att ställa in maximal lindningsström för motorn. Om motorn belastas utan last eller med lägre moment

än nominellt moment, så kan motorn utföra för många steg eller sättas i resonans (se ovan), vilket kan likställas med en stegförlust.
Den inställda lindningsströmmen går alltid genom de för tillfället aktiva spolarna i motorn, också när den står stilla. En fördel med detta är att motorn har ett visst spärrmoment och vid stillestånd kan belastas med sitt hållmoment. En annan fördel är att motorn värms även vid stillestånd. När detta hållmoment används vid stillestånd är det bra att reducera lindningsströmmen vid motorstillestånd. Stegmotor-controller SEC-ST-48-6-P01 från Festo erbjuder den här möjligheten.

Om man beaktar dessa egenskaper hos stegmotorn får man en gynnsam variant av positionering med tillräcklig exakthet.

Tillvägagångssätt för en korrekt inställning av stegmotorn

Fastställa möjliga varvtal vid känd last

Om man känner till med vilket vridmoment som cylindern är belastad kan man fastställa möjliga varvtal utifrån varvtal-vridmoment-kurvan. (se kapitel Karakteristik).
Då ska beaktas att det brukbara området för varvtalet ligger över varvtalet vid ca 80 % av maximalt moment. Dessutom är vridmomentförlusten så stor att risken för stegförlust ökar.
Vid fullstegsdrift kan man räkna med uppkomst av resonans.

Då detta alltid är systemberoende kan man inte alltid exakt fastställa var resonans uppstår. Det måste testas.
Generellt är det mer fördelaktigt att köra med halvsteg för att minska resonansen. Om du kör utan last ska strömmen reduceras. För högt inställd ström kan leda till resonanser och därmed till stegförlust.

Exempel

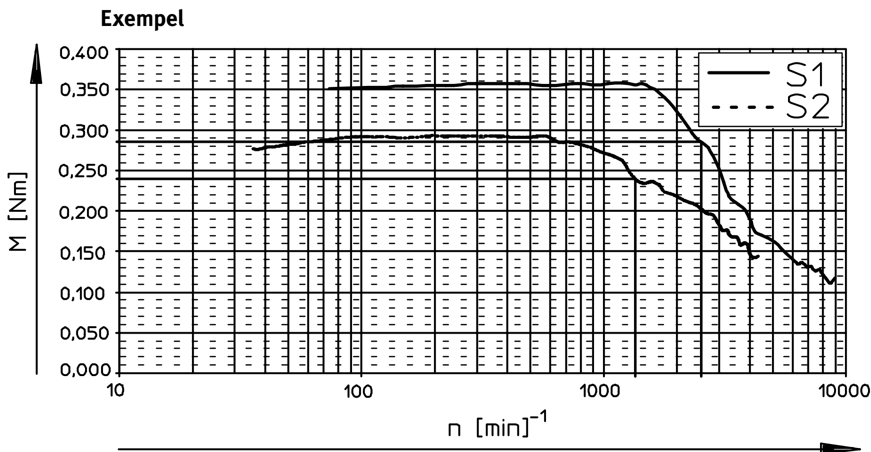


Bild 4: Övre kurvan S1 - fullsteg / undere kurvan S2 - halvsteg M = Vridmoment, n = Varvtal

Med hjälp av kurvan kan man nu fastställa vilken maximal hastighet som kan användas vid full- eller halvsteg beroende på vridmoment. (I exemplet ca 1100 U/min vid halvsteg)

Fastställa start-/stoppfrekvens

Det är bra att ställa in start-/stoppfrekvensen så högt som möjligt, då det särskilt i det lägre frekvensområdet kan uppstå resonanser som leder till stegförlust. Start-/stoppfrekvensen höjs tills cylindern förlorar steg vid starten. Samtidigt reduceras start-/stoppfrekvensen igen med ca 20 %, för att säkerställa att inte stegförlust uppstår vid acceleration. Ett startvärde på 400 Hz för små cylindrar och ca 200 Hz för stora cylindrar kan antas.

Hur kan man undvika uppkomst av resonans? Tips och råd!

- Halvsteg i stället för fullsteg.
  Halvsteg är i detta avseende bättre än fullsteg. En tvåfas stegmotor visas vid halvsteg generellt goda driftsegenskaper.
- Ställ in lägre fasström (till det värde som verkligen behövs).
  Det minskar visserligen styvheten, men också vibrationerna i systemet.
- Driftfrekvenser som skiljer sig från resonansfrekvenser.
  Ofta ligger driftfrekvensen i närheten av resonansfrekvensen. Små avvikelser från den ”kritiska” stegfrekvensen visar oftast bäst resultat.

- Gör accelerationsrampen brantare.
  På så sätt ”dras” stegmotorn snabbt igenom de kritiska områdena och tenderar inte att vibrera lika fort.
- Höj friktionen (nödlösning)
  Friktion verkar dämpande på det kompletta systemet, dock går vridmoment förlorat.

Stegmotor MTRE-ST-...

Stegmotor MTRE-ST-... fungerar som drivanordning för spindel- och kuggremsaxlar ur serien DGE-... .
Via digitala ingångar kan riktning och steg styras. Motorn MTRE-ST42-48S-AB har en extra broms.

Egenskaper:

- Bipolär chopperdrift
- Ingångsspänning från 24 VDC upp till 48 VDC
- Fasströmmen upp till 1,2 A kan ställas in i 8 steg
- Automatisk strömsänkning till 30 %
- Hel,- halv-, fjärdedels-, femtedels-, åttondels- och tiondelssteg är möjliga
- Stegfrekvens max 40 kHz
- Skyddsfunktion mot överhettning och kortslutning

Manöverdel

Kommunikation med överordnade styrsystem sker via in- och utgångar.
Ingångarna är fullständigt galvaniskt isolerade. De kan styras med 5 V eller 24 V (se avsnittet Användargränssnitt).

Effektslutsteg

Det integrerade effektslutsteget kan styra lindningsström upp till 1,2 A.
Lindningsströmmen ställs in med en DIP-omkopplare (se avsnittet Ingången Direction).

Intern övervakning

Slutsteget har ett överhettningsskydd och övervakning av kortslutning, vilken kan uppstå mellan motorfaslindningarna eller mot GND.

Användar gränssnitt

Ingången Direction

Du bestämmer rotationsriktning för motorn med hjälp av ingången Direction.

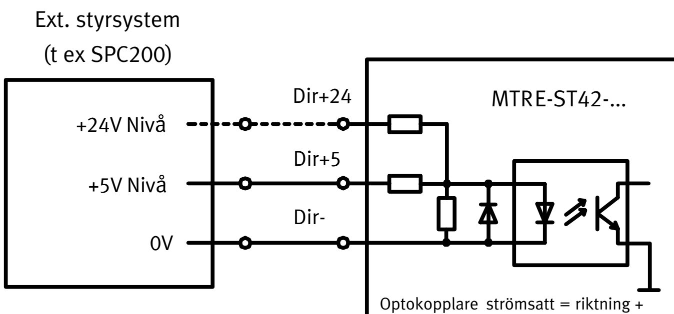


Bild 5



Varning
Som signalnivå kan +24 V eller +5 V användas. Observera styrsystemets utgångsnivå!

Ingången Clock

Motorn genomför ett steg via ingången Clock.

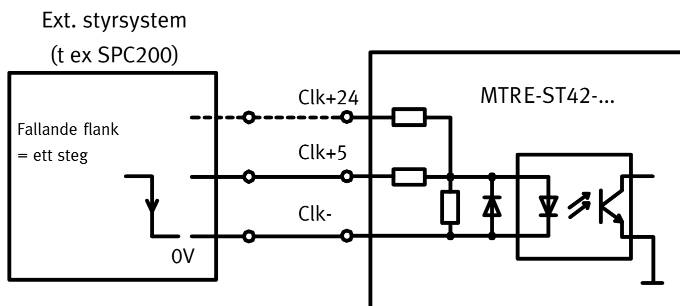
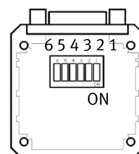


Bild 6



Varning
Som signalnivå kan +24 V eller +5 V användas. Observera styrsystemets utgångsnivå!

Inställningar



Upplösning

Du kan själv ställa in upplösning med hjälp av DIP-omkopplarna 1, 2, och 3. Motorns bakre lock måste då öppnas. Vid leverans är motorn inställd på helsteg. Om styrningen sker med hjälp av ett aktiveringstyrsystem från Festo (SPC200) kan endast hel- och halvsteg användas.

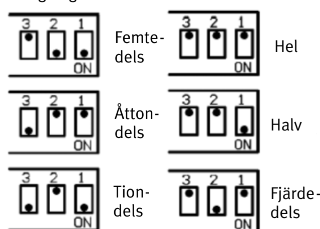


Bild 7



Notera
Vid halv-, fjärdedels-, femtedels-, åttondels- eller tiondelssteg är rörelsesträckorna annorlunda!

Ströminställning

Strömmen ställs in med hjälp av DIP-omkopplarna 4, 5 och 6.

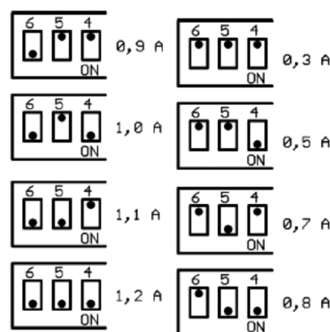


Bild 8



Notera
- Ställ endast in den ström som faktiskt krävs. Motorn får inte tappa något steg vid maxlast. För högt inställd ström höjer ljudnivån och värmer motorn i onödan.

Strömreducering I-Red

För att reducera motorns termiska belastning i stillestånd, sänks fasströmmen efter en taktpaus på 80 ms automatiskt med 70 %.



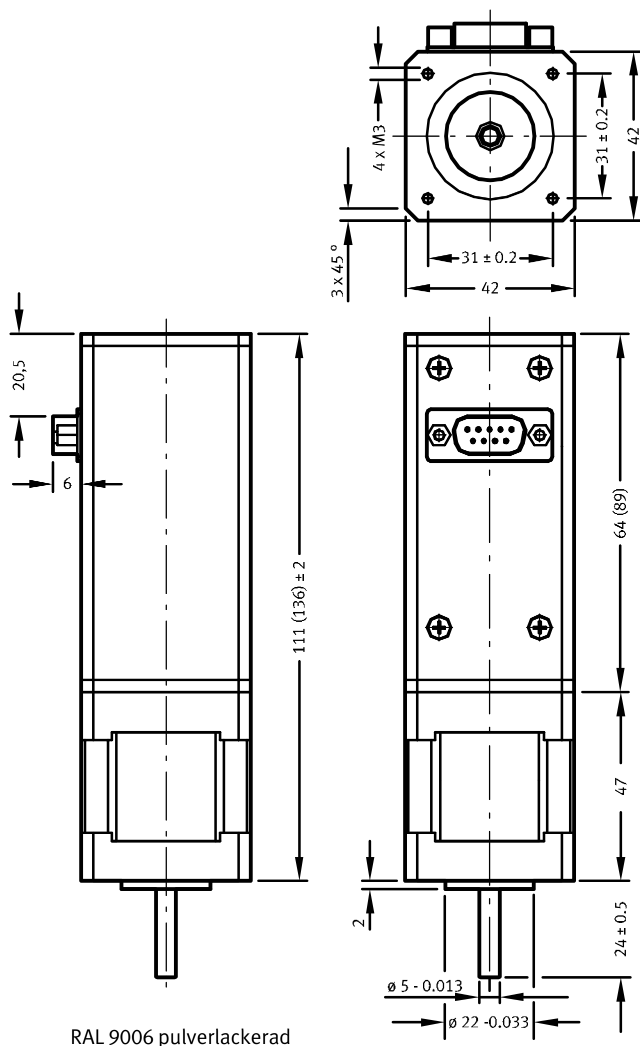
Varning
Reducerade hållmoment kan vid reducerad fasström leda till att vertikalt monterade axlar glider ned.

Observera denna ej frånkopplingsbara strömsänkning vid din applikation.

6 Montering

Mått av MTRE-ST42

Se följande sida.



RAL 9006 pulverlackerad

Bild 9: Mått inom parantes för MTRE-...-AB (med broms)

Strömmatning av SEC-ST

För märkeffekter inom föreskrivet område behövs ett nätaggregat av typen 48 VDC (t ex SVG-SEC-48-6). MTRE-ST kan även drivas med 24 VDC. Detta innebär emellertid sämre dynamik.



Varning
En laddningskondensator på minst 2200 μF/63 V måste anslutas till matningen, för att undvika att tillåten spänning överskrids.

Observera att modulen förstörs om anslutningar förväxlas.

7 Installation

Material/tillverkare



Försiktighet
Använd endast nedan angivna kablar till systemet. Först då fungerar systemet som det ska.



Försiktighet
Felaktigt anslutna kablar kan förstöra elektroniken och utlösa oförutsedda rotorrörelser. Kontrollera att alla kablar är anslutna enligt anvisningarna för kabelanslutning. Kontrollera att kablarna är korrekt anslutna och att hankontakterna är monterade med dragavlastning.

Vi rekommenderar följande Festo-kablar för anslutning till vårt elektriska positioneringssystem:

Kabel	Beteckning
KMTRE-ST42-5	Motorkabel 5 m
KMTRE-ST42-10	Motorkabel 10 m
KMTRE-ST42-x	Motorkabel x m (upp till 10 m)

Anslutningskontakter och deras kontaktkonfiguration

Stiftnr.	Funktion MTRE-ST42-48S-A A	Funktion MTRE-ST42-48S-AB
1	+24 ... 48 VDC	+24 ... 48 VDC
2	Dir (riktning) +5 V	Dir (riktning) +5 V

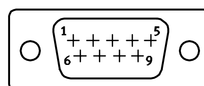


Bild 10

Stiftnr.	Funktion MTRE-ST42-48S-A A	Funktion MTRE-ST42-48S-AB
3	Clk (takt) +5 V	Clk (takt) +5 V
4	Clk (takt) +24 V	Clk (takt) +24 V
5	GND	GND och broms –
6	Dir (riktning) –	Dir (riktning) –
7	Dir (riktning) +24 V	Dir (riktning) +24 V
8	Clk (takt) –	Clk (takt) –
9	NC	Broms +24 V

Ansluta förbindelsekablar



Notera
Anslutning till nätspänning och montering av strömbrytare, transformator, säkerhetsanordning och nätfilter får endast utföras av en behörig elektriker.



Försiktighet

- Anslut aldrig kablar till de elektroniska funktionerna och ta aldrig bort några kablar när anläggningen är ansluten till nätspänningen.
  Elektroniken i effektstyrningen och motorn kan då gå sönder.
- Kontrollera alla kabelmått innan installationen eftersom allvarliga funktionsstörningar kan uppstå om anslutningen är felaktig.
- Kontrollera att kablarna är försedda med dragavlastning. Vid bom- och multiaxelapplikationer ska alla kablar placeras i kabelkedjor.

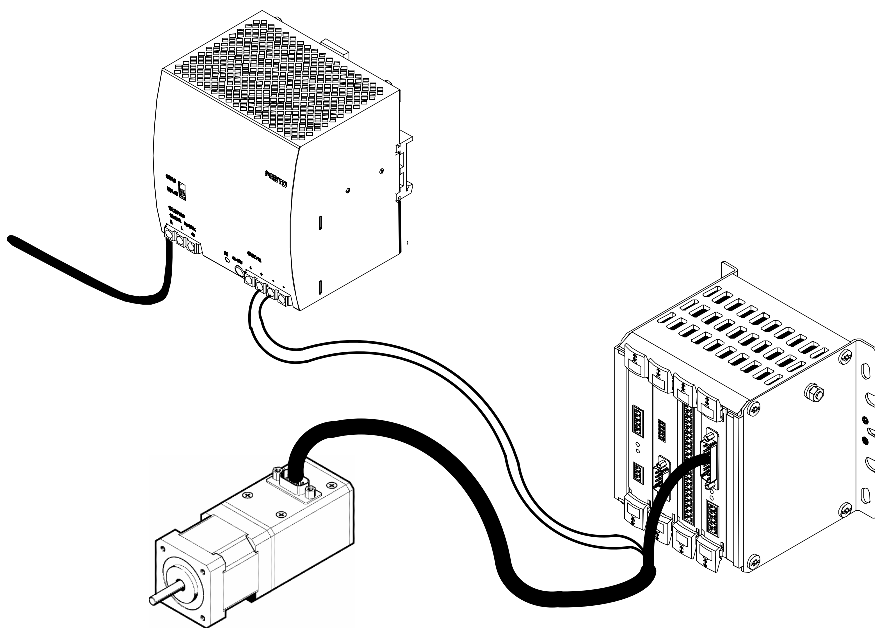


Bild 11

Anslutningsöversikt SEC-ST, komplett system

Bild 9 på föregående sida visar det kompletta SEC-ST-systemet. Följande komponenter behövs för att driva SEC-ST:

– Nätaggregat 24 ... 48 VDC (t ex SVG-ST-48-6)

– Motor (MTRE-ST...)

– Styrkabel (KSPC-SECST-1,5)

– Styrsystem (t ex PLC eller SPC200 med stegmotorkort SPC200-SMX-1)

Anslut MTRE-ST till nätspänning.

1. Kontrollera att strömmen är frånkopplad.
2. Kläm fast matningsledningar till matningsspänningen (vid kabel KMTRE-ST42... grå GND, vit +24 V).
3. Anslut bromskabel +24 V vid MTRE-ST42-48S-AB.
4. Sätt i D-sub-anslutningskontakten på motorn och skruva fast skruvarna.



Försiktighet
Se till att bromsen är öppen genom att tillföra +24 VDC innan motorn tas i drift.

Anslut MTRE-ST till styrsystemet (SPC200)

1. Kontrollera att strömförsörjningen är frånkopplad.
2. Sätt den 15-poliga D-sub-anslutningskontakten i styrsystemets stegmotorkort på SPC200.
3. Anslut kabelns jordledare till PE-jordanslutningen.

PE-skyddsledare och avskärmningens anslutningar

Anslutningsanvisningar

Anslut motorkabelns avskärmning till den centrala PE-anslutningen.
Anslut även PE-anslutningen på nätsidan dit.
Vid större längder ska särskilda EMC-skyddsåtgärder vidtas.



Varning
Alla PE-skyddsledare måste av säkerhetsskäl ovillkorligen anslutas innan maskinen startas.

Anslut PE-anslutningen på nätsidan till den centrala PE-anslutningen på SEC-ST.

Försök upprätta jordförbindelser mellan maskin och monteringsplatta med så stor yta som möjligt för att undvika högfrekvensfel i så stor utsträckning som möjligt.

Galvanisk isolering

Vid utformning av MTRE-ST har särskilt stor vikt lagts vid hög störtålighet. Därför är de enskilda funktionsdelarna galvaniskt isolerade. I MTRE-ST överförs signaler via optokopplare.

Åtgärder för att följa EMC-direktiv

Om motorerna MTRE-ST monterats korrekt och alla anslutningar dragits på rätt sätt med FESTO-kablar, uppfylls kraven i bestämmelserna i gällande generiska standarder DIN EN 61000-6-4 (störningsnivå) och DIN EN 61000-6-2 (störtålighet).

Störningsemissionen och störtåligheten för en modul beror alltid på styrsystemets totala sammansättning av följande komponenter:

– Spänningsmatning
– Motor
– Elektromekanik
– Kabeltyp och kabeldragning
– Överordnat styrsystem
– Se till att alla komponenter uppfyller EMC-direktiven.
– Använd endast produkter från Festo.
  På så sätt garanteras att ditt styrsystem uppfyller EMC-direktiven.

8 Idrifttagning

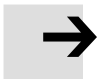
Idrifttagning av MTRE-ST

- Ställ in lindningsströmmen enligt avsnittet Ströminställning.
- Ställ in önskad stegvinkel enligt avsnittet Upplösning.
- Kontrollera att den inställda stegvinkeln är anpassat till styrsystemet. (Se även bruksanvisningen Stegmotor-indexer för SPC200.)

När alla anslutningar är upprättade enligt kapitel 7 kan strömförsörjningen kopplas till. Ansluten motor kan därvid utföra ett steg. På grund av detta rekommenderas att göra en provkörning av motorn när den är bortkopplad från lasten.



Försiktighet
Se till att bromsen är öppen genom att tillföra +24 VDC innan motorn tas i drift.



Notera
Alla inställningar som görs på MTRE-ST aktiveras först när modulen kopplats från och sedan till!

9 Diagnos och åtgärder vid fel

Fel	Orsak	Åtgärd
Motor utför inget steg	Motorkabeln defekt	Kontrollera motorkabeln
	Bromsen inte aktiverad	Öppna bromsen genom att tillföra 24 VDC
	Matningsspänningen ligger under 21 VDC eller över 51 VDC	Mätmatningsspänningen
Motorn hoppar över steg	Motorn kan inte ge nödvändigt moment	Kontrollera motorns karakteristik avseende vilket moment som kan avges
	För hög frekvens	Minska frekvensen (styrsystem)

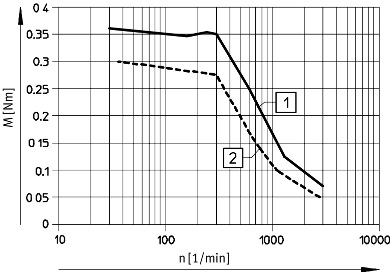
10 Tekniska data

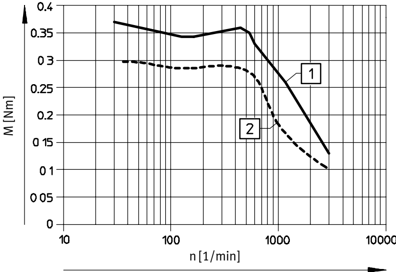
Motor	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Märkspänning	24 ... 48 VDC +5/-10 %	
Strömінställning	0,3 ... 1,2 A (0,2 A-steg)	
Hållmoment *M*	0,34 Nm	
Stegvinkel *φ*	1,8° ±5 %	
Cylindertröghetsmoment *J*	0,068 kg cm^2	0,07 kg cm^2
Hållmoment för broms *M*	–	0,4 Nm
Bromseffekt *P*	–	6 W
Bromsspänning *V*	–	24 V
Bromsspänning *V*	–	24 V
Bromsspänning *V*	–	24 V
Produktvikt *m*	0,45 kg	0,55 kg

Motor	MTRE-ST42-48S-A A	MTRE-ST42-48S-AB
Integrerat manöverdon	Ja	
Strömreduktion	70 %	
Steginställning	Hel, 1/2, 1/4, 1/5, 1/8, 1/10	
IO-signaler	Takt (Clk) 5 V eller 24 V Riktning (Dir) 5 V eller 24 V	
Omgivningstemperatur	0 ... +50 °C	
Lagringstemperatur	-25 ... +60 °C	
Relativ luftfuktighet (ej kondenserande)	48 ... 80 %	
Kapslingsklass	IP54	
Typgodkännande och normer	EMC-direktiv: DIN EN 61000-6-4 störningsnivå (industri)[1] DIN EN 61000-6-2 störtålighet (industri) Lågspänningsdirektiv: DIN VDE 0113 (IEC/DIN EN 60204-1) Maskindirektiv: EN 60034 del 1 och 5	

[1] Komponenten är avsedd för användning inom industrin.

11 Karakteristik





1 Helsteg

2 Halvsteg

Bild 12: (t ex. Bild 1. Kapitel Systemöversikt).

Postfach
D-73726 Esslingen

Phone:
+49 / 711 / 347-0

Fax:
+49 / 711 / 347-2144

e-mail:
service_international@festo.com

Internet:
http://www.festo.com

Original: de
Version: 0503b